

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平9-507308

(43) 公表日 平成9年(1997)7月22日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I
G 0 2 B 5/30		9514-2H	G 0 2 B 5/30
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	7809-2K	G 0 2 F 1/1335 5 1 0

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 70 頁)

(21) 出願番号 特願平7-517484  
 (86) (22) 出願日 平成6年(1994)12月20日  
 (85) 翻訳文提出日 平成8年(1996)6月12日  
 (86) 国際出願番号 PCT/US94/14324  
 (87) 国際公開番号 WO95/17691  
 (87) 国際公開日 平成7年(1995)6月29日  
 (31) 優先権主張番号 08/171, 098  
 (32) 優先日 1993年12月21日  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (81) 指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, PT, SE), BR, CA, JP, KR

(71) 出願人 ミネソタ マイニング アンド マニュファクチャリング カンパニー  
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター (番地なし)  
 (72) 発明者 アウダーカーク, アンドリュウ ジェイ.  
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427 (番地なし)  
 (74) 代理人 弁理士 石田 敏 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学偏光装置

(57) 【要約】

反射性偏光子と二色性偏光子を組み合わせて、改良された光学偏光装置が構成される。この二色性および反射性偏光子は、通常互に近接配置されており、好ましくは、これらの偏光子間に空気間隙がないように一体に結着される。2つの偏光子の組み合わせは、この組み合わせられた偏光装置の反射性偏光子側において、一偏光に高い反射率をもたらし、それに直角をなす他の偏光に高い透過率をもたらし、また、その二色性偏光子側においては、互に直角をなして偏光された光の高い吸収率と透過率とをもたらす。この組み合わせは、また透過光にみられ、また二色性偏光子側からの反射光に見られる真珠光を減少させる。この光学偏光装置の増大した吸光比および低い反射性により、所定吸光比および高透過性を要求する用途において、低吸光比二色性偏光子の使用が可能になる。

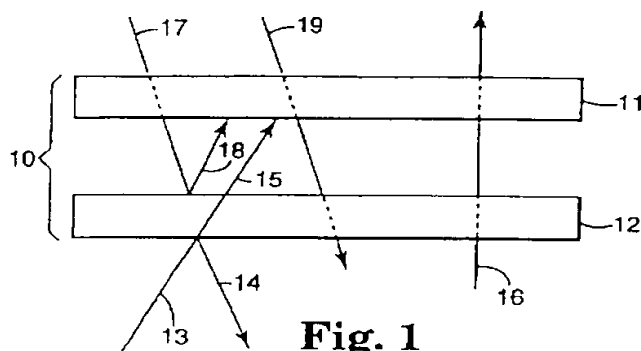


Fig. 1

**【特許請求の範囲】**

1. 第1偏光を有する光を透過し、第1偏光を有していない光を反射する反射性偏光子、および前記反射性偏光子と同一光学通路に位置している二色性偏光子、  
を有する光学偏光装置。

2. 前記反射性偏光子が、第1透光軸を有し、前記二色性偏光子が、第2透光軸を有し、さらに、前記第1透光軸が前記2透光軸と平行である、請求の範囲第1項に記載の光学偏光装置。

3. 前記二色性偏光子が前記反射性偏光子の少なくとも1面側上において非反射性を示すように位置している、請求の範囲第1項に記載の光学偏光装置。

4. 前記反射性偏光子が少なくとも2種の材料の多層積層体を含み、かつ、その少なくとも1つが、複屈折性である、請求の範囲第1項に記載の光学偏光装置。

5. 前記二色性偏光子が、前記多層積層体においてこれらの層の少なくとも1層中に、合体されている、請求の範囲第4項に記載の光学偏光装置。

6. 前記材料の少なくとも一つが、ポリマー性のものである、請求の範囲第6項に記載の光学偏光装置。

7. 前記複屈折性ポリマー材料が、PNE である、請求の範囲第6項に記載の光学偏光装置。

8. 前記多層積層体が、2種のポリマー材料の交互配置層を含む、請求の範囲第5項に記載の光学偏光装置。

9. 前記2種のポリマー材料が、第1偏光による光に対し、反射屈折率差を示さず、かつ、第1偏光を有していない光に対して、反射屈折率差を示す、請求の範囲第8項に記載の光学偏光装置。

10. 前記多層積層体が、PEN およびCoPEN の交互配置層をさらに含む、請求の範囲第9項に記載の光学偏光装置。

11. 前記二色性偏光子が、前記反射性偏光子に結着されている、請求の範囲第1項に記載の光学偏光装置。

12. 第1偏光の光を、第1透過軸に沿って透過させ、かつ他の偏光の光を反射する反射性偏光子と、および

前記第1透過軸とほぼ平行な第2偏光軸を有する二色性偏光子とを有する光学偏光装置。

13. 前記二色性偏光子が、前記反射性偏光子の少なくとも1面上に、反射性を示さない位置にある、請求の範囲第12項に記載の光学偏光装置。

14. 前記反射性偏光子が、少なくとも一つの複屈折性材料を含む多層積層体を含む、請求の範囲第13項に記載の光学偏光装置。

15. 前記二色性偏光子が、前記多層積層体中の少なくとも1層に合体されている、請求の範囲第14項に記載の光学偏光装置。

16. 反射性-二色性偏光子を含み、この反射性-二色性偏光装置は、

第1偏光の光を透過し、かつ、第2偏光の光を反射する反射性偏光子、および前記反射性偏光子の光学的通路中にある二色性偏光子

を含み、

前記反射性-二色性偏光装置が少なくとも1個の外側対向面から照明される表示装置。

17. 前記二色性偏光子が、前記表示装置の観察サイドからの反射を防止するように配置されている、請求の範囲第16項に記載の表示装置。

18. 前記反射性偏光子が、第1透光軸を有し、前記二色性偏光子

が第2透過軸を有し、かつさらに、前記第1透過軸が、前記第2透過軸に平行に配置されている請求の範囲第16項に記載の表示装置。

**【発明の詳細な説明】****光学偏光装置****技術分野**

本発明は改良された光学偏光装置に係るものである。

**背景技術**

光学的偏光性フィルムは、まぶしさを減少させるサングラス、光学的コントラストの増大手段などに、および液晶表示(LCD)中に広く用いられている。このような応用分野に最も広く用いられているタイプの偏光子は、二色性偏光子である。二色性偏光子は、一方向に延伸されたポリマーシート中に染料を含有させることによって作製されている。また、このような二色性偏光子は、ポリビニルアルコールのような半結晶質ポリマーを一軸延伸し、次にこのポリマーをヨード錯体又は二色性染料により着色するか、又はこのポリマーを配向した二色性染料により被覆することにより製造し得るものである。これらの偏光子は、通常、500:1より大きな吸光比（延伸方向に直角に偏光された光の透過量の、前記延伸方向に平行な偏光量に対する比）を有している。二色性偏光子は、通常、高い透光性配向体において、偏光された光に対し若干の吸収度を有している。

この配向体における損失量は、通常、10～20%である。

市販偏光子は、通常、染料に対するポリマーマトリックスとしてポリビニルアルコールを使用しているが、他のポリマーも使用することができる。米国特許第4,756,953号には、ポリマーマトリックスとして、ポリエチレンナフタレートの使用が記述されている。

低プロフィルのシート形状の反射性偏光子が利用可能であり、こ

れは、光の偏光の一方を反射し、他方を透過するものである。これは、光を偏光するために非吸収性誘電性積層体を使用することによるものである。これらの偏光子は、シートに、そのいずれのサイドから照射される光に対しても等しい反射率を示す傾向がある。これらのタイプの偏光子は、また、シートの局領域からの光の漏れ、使用波長域にわたる高吸収偏光の不完全な反射性などのような若干の欠点を有する傾向がある。このような光の漏れおよび不完全反射は、しばしば真

珠光と称される。

#### 発明の開示

反射性偏光子と、二色性偏光子とが組み合わされて、改良された光学偏光装置を構成する。この二色性偏光子および反射性偏光子は、一般に、互に近接して配置されているものであり、かつ、好ましくは、これら偏光子の間の空気間隙を除くように、一体に結着されている。これら2つの偏光子の組み合わせは、この光学偏光装置の反射性偏光子サイドからの第1偏光された光の反射率を高くし、また第1偏光に対して直角をなす第2偏光された光の透過率を高くするものであり、かつ、二色性偏光子サイドからの第1偏光された光の吸収率を高くし、また、第1偏光に対して直角をなす第2偏光された光の透過率を高くするものである。二色性偏光子サイドからの透過光においてみられ、かつ反射において認められるような真珠光もまた、反射性偏光子のみのときにくらべて減少する。この真珠光の減少は、光学的表示の美粧的外観、光学的偏光装置の吸光比および表示の光学的均一性を改良するために有用である。

本光学的偏光装置の増大した吸光比および低反射率は、所定の吸光比を要求する用途において、低吸光比二色性偏光子を使用することを可能にする。二色性偏光子に要求される吸光比を低くすること

により、透過光線の二色性偏光子における吸収損失を減少させることができる。従って、本光学偏光装置は、本光学偏光装置のいずれのサイドから入って光線に対しても、改良された透過吸光比と、二色性偏光子により部分的に透過され、反射性偏光子により反射される光線に対する低い反射強度、および二色性偏光子のみの場合に比べて、低い吸収損失を有する。

#### 図面の簡単な説明

本発明の光学偏光装置の種々の目的、特性、および利点は、下記詳細な説明および添付図面を読み、理解することによりよりよく理解するであろう。

図1は、反射性偏光子と、それに近接して配置された二色性偏光子を含む、本発明の光学偏光装置を示す。

図2は、結合された二色性偏光子を有する好ましい多層型反射偏光装置を示す

図3は、反射性偏光子と二色性偏光子とを合体している表示手段の一態様を示す。

図4は、反射性偏光子と二色性偏光子とを合体している表示手段の他の態様を示す。

図5は、組み合わされた2つの反射性偏光子と、2つの二色性偏光子とを合体している表示手段の他の態様を示す。

図6は、反射性偏光子と二色性偏光子とを合体している液晶表示手段を示す。

図7は、単一界面を形成している、フィルムの2層積層体を示す。

図8および図9は屈折率が1.60の媒体中における単一軸複屈折系に対する反射率と入射角度との関係曲線を示す。

図10は、屈折率が1.0の媒体中における単一軸複屈折系に対する反射率と入射角度との関係曲線を示す。

図11、12および13は単一軸複屈折系に対する面内屈折率と、 $z$ 屈折率との間の種々の関係を示す。

図14は2つの異なる単一軸複屈折系に対する軸反射率と波長との関係曲線を示す。

図15は、二軸複屈折フィルムにおける、 $y$ 屈折率差の導入の効果を示す。

図16は、二軸複屈折フィルムにおける、 $z$ 屈折率差の導入の効果を示す。

図17は、図10および11からの情報をまとめる等価線図を示す。

図18～23は、反射鏡の実施例に示された多層反射鏡の光学的性能を示す。

図24～28は、偏光装置の実施例に示された多層偏光装置の光学的性能を示す。

#### 詳細な説明

図1は、2種の一次的成分を有する光学偏光装置10を示す。これらの成分とは、二色性偏光子11と反射性偏光子12である。これら2種の偏光子は、最大透過率を示すように配置されている。この2種の偏光子の組み合わせは、この光学偏光装置の反射性偏光子サイドからの第1偏光の光に対して高い反射性を示し、第1偏光に対し直角をなす第2偏光の光に対して高い透過性を示し、また、二色性偏

光子サイドからの第1偏光の光に対し高い吸収性を示し、かつ第1偏光に対し直角をなす第2偏光の光に対して高い透過性を示す。

使用する際、この組み合わされた偏光子は、対向する外側表面の1方又は両方において照明される。光線13は、反射性偏光子12によ

り選択的に反射され、光線14を形成する偏光である。光線13の反射性偏光子12により伝播された光は、光線15を形成し、これは二色性偏光子11により、減衰せしめられる。光線13に対して直角に偏光された光線16は、反射性偏光子12により選択的に伝播され、かつそれは、二色性偏光子11とよりわずかに減衰せしめられる。光線17は、二色性偏光子11により選択的に吸収される偏光であり、かつそれは光線13と同一偏光からなることが好ましい。光線17の二色性偏光子により伝播された光部分は、反射性偏光子12よる反射によりさらに減衰して光線18を形成し、これは二色性偏光子17によりさらに吸収される、光線19は光線17に対し直角に偏光されたものであり、これは光線16と同一の偏光であり、二色性偏光子11および反射性偏光子12の両方のそれぞれにより選択的に伝播される。

二色性偏光子11は、一般に反射性偏光子12に近く配置される。好ましくは、これらの偏光子は互に結合され、図2に示されているように、偏光子の間の空気間隙が除去される。

図2に示された、好ましい、かつ説明的反射偏光子体12は、2種の異なるポリマー材料を交互に積層(ABABA...)して作製される。これらは、本願明細書および図面において材料(A)および材料(B)と記されている。この2種の材料は、共押出しされ、得られた多層体(ABABA...)材料は一軸(x)に沿って延伸(5:1)されるが、他の軸yに沿って、実質的に延伸(1:1)されることはない。このx軸を延伸方向と記し、y軸を横方向と記す。

前記(B)材料は、見掛け屈折率(例えば1.64)を有し、それは延伸プロセスにより、実質的に変化しないものである。

前記材料(A)は、延伸プロセスにより屈折率が変化するという性質を有する。例えば、(A)材料の一軸延伸されたシートは、延伸方向においては、一つの屈折率(例えば1.88)を有し、横方向に

においては他の屈折率（例えば1.64）を有する。面内軸（フィルムの表面に平行な軸）に係る屈折率は、面偏光された入射光に対する有効な屈折率であると定義され、この偏光面は、前記面内軸に平行である。

よって、延伸後、材料の多層積層体（ABABA …）は、延伸方向における層間屈折率差は大きく（1.88～1.64）、しかし横方向においては層間屈折率は本質的に同一例えば（1.64および1.64）である。このような光学的特徴は、この多層積層体をして、入射光の偏光成分を伝播する反射性偏光子とに作用せしめ、この多層積層体は、軸22に関して正しく配向している。軸22は伝播（透過）軸として定義される。反射性偏光子12から出てくる光は、第1偏光配向を有するものとする。

反射偏光子体12を通過しない光は、第1配向に対して、直交する又は直角をなす偏光である。このような偏光配向を示す光は、屈折率差と遭遇し、この屈折率差はこの光を反射させる。これを、所謂「吸光」軸24と定義する。このような態様において、反射性偏光子体12は、選択された偏光を有する光を通過させる。

反射性偏光子体12の光学的特性は、部分的に、各種の層の光学の厚さに依存する。厚いフィルム構造および薄いフィルム構造の両方が有用である。若し、これらの層が多く波長の光の波長で表される光学の厚さを有しているならば、この光学的特性は固有的に広いバンドである。若し、これらの層が光の波長より小さい光学の厚さを有するならば、構造的干渉を、選択された波長において、反射性偏光子体12の光学的性能を改良するために利用することができる。

実施例に記載の製造方法により可視スペクトルの光の波長よりも小さな光学の厚さを有する均一な層を作製することができる。対をなす層（A、B）が入射光の波長の $1/2$ （ $A+B=\lambda/2$ ）より

大きいと、構造的干渉が発生する。この半波長条件により、所定波長において狭いバンドの構造的干渉が生ずる。複数の狭域バンドの積層体を積層するか、又は、結合することにより、広域バンドの光学性能を得ることができる。例えば、同一の厚さ（ $A+B=\lambda/2$ ）を有する第1層群38を、それとは異なる厚さ（ $A+B=\lambda'/2$ ）を有する第2層群の層41に積層することができる。図2においては、説明のために少ない数の層のみが示されているが、通常数百の層（ABAB…）



を、一体に積層し、有効な広域バンドの応答を得る。反射性偏光子体12は、光を所望のあらゆる入射角度において、かつ、あらゆる全波長において、反射するように設計されることが好ましい。

多層フィルム積層体の作製において、しばしばこの多層積層体を取り囲む「スキン」層を合体する。通常、このスキン層は、ポリマーAおよびポリマーBのいずれかより形成され、光の波長よりも厚いものである。

反射性偏光子の光学的性能および均一性は、二色性偏光子を、多層積層体の少なくとも一サイドに近く添付するか、或は二色性偏光子を前記多層積層体中の層の少なくとも一つに合体することにより改良することができる。このような配設において、二色性偏光子11の透過軸27は、反射性偏光子12の透過軸22と平行している (align) ことが好ましい。図1に示されているように、二色性偏光子11が、反射性偏光子12の片側にある場合、光線17の二色性偏光子面上における反射は、二色性偏光子11により反射された光線18の減衰によって、二色性偏光子11がないときの、反射性偏光子12上の反射光線17にくらべて、減少する。反射性偏光子12上の反射光13の反射率は、二色性偏光子11により実質上影響されない。このことにより、少なくとも一面上において反射性を示さない光学的偏光装置10が作成

される。光学的偏光装置の一面の非反射性は、表示手段、特に、バックリフト（背面照明型）表示装置に有用なものである。このバックリフト表示装置において、反射性偏光子を表示の鮮明性を向上させるために用いることができるが、この偏光子の他の面、観察面は、光を反射してはならないものである。いずれかの方向の透光においてみられる真珠光および二色性偏光子側からの反射において認められ真珠光は二色性偏光子11の添加により減少する。このような真珠光の減少は、表示の美観的外観、偏光装置の吸光比および表示の光学的均一性を改良するときには有用である。

図1に示されている二色性偏光子および反射性偏光子の配設により、高効率の光学偏光装置を創り出される。二色性偏光子11を反射性偏光子に組み合わせると、二色性偏光子のみを用いて得られる透過光に対する吸光比よりも高い透過光吸光比を有する光学偏光装置が得られる。また、上記配設は、二色性偏光子11によ

り反射された光線18の減衰により、二色性偏光子サイドからの光線17に対する反射率を減少させる。所定の吸光比および高い透過率が要求される用途に対しては、光学偏光装置10の吸光比を増大し、反射率を低くすると、二色性偏光子11の使用が可能になる。この二色性偏光子11は、他の方法で使用されたときよりも低い第1偏光の吸光比を有する。二色性偏光子11の所要吸光を低くすることにより、透過光16および19に対する偏光子11中の吸収損失を減少させることができる。よって、光学偏光装置10は、1対の光線17および19並びに1対の光13および16に対して、改良された透過吸光比を有し、反射性偏光子12の反射された光線18に対して低い反射光度を有し、かつ、二色性偏光子のみを用いて得られるものよりも低い吸収損失を有する。液晶表示用二色性偏光子11に対する好ましい吸光比は、10～99.99%であり、より好ましくは50～99%であり、さらに上り好ましくは60～

97%であり、最も好ましくは70～95%である。反射性偏光子に対する好ましい吸光比は20～99.99%であり、より好ましくは50～99.9%であり、最も好ましくは90～99.9%である。

反射性偏光子は、直角のおよびそれ以外の入射角のいずれか、又は両方の入射角において、第2偏光中に若干の誘電干渉を有していてもよい。この反射は、反射されたまぶしい光、および第2偏光の透過光の減衰に起因する問題を生ずることがある。図1に示されているように配設された有効な二色性偏光子は、この反射を弱く減衰するだけである。或る用途においては、この反射は許容されるであろう。しかし、一般には、この反射性偏光子は、第2偏光においてその装置により使用された光学入射角度範囲(TFT又はSTN 液晶表示装置に対し、各目上+45度～-45度)にわたり、最小の反射を有することが好ましい。一般に、第2偏光の直線状に偏光された光の反射偏光子による反射率は、20%未満であることが好ましく、より好ましくは10%未満であり、最も好ましくは5%未満である。この反射率は、特定の又は一般の用途に対して所望の波長域および入射角度域についての平均値である。第1偏光の直線状に偏光された光に対する反射性偏光子の反射率は、直角入射方向に関連する吸光軸に直角をなす角度にわたり維持されることが好ましい。第1偏光の反射率が、所望の最大入射角度において、30%以上であ

ることが好ましく、より好ましくは60%であり、所望入射角度範囲にわたり、非直角において、当該反射率が維持され、又は増大することが最も好ましい。

反射性および二色性偏光子は、広域バンドの偏光子と狭域バンドの偏光子の種々の組み合わせであってもよい。例えば、狭域バンドの反射性偏光子が、同一バンド範囲にわたり吸光を有する二色性偏光子と組み合わせられてもよい。この組み合わせは、着色された二色

性偏光子にくらべて、より高い吸光度およびすぐれた色鮮明度を有するレッド、グリーン、ブルー、シアン、マゼンタ又はイエローバンドの偏光子を作製するために用いることができる。他の組み合わせは、広域バンドの反射性偏光子を、可視スペクトルにおいて、不均一な吸光度を有する二色性偏光子とともに用いることを包含する。例えば、或る種のポリビニルアルコール／ヨード偏光子は、スペクトルのグリーンおよびレッド部において、優れた吸光性を有し、ブルー部において低い吸光性を有する。この偏光子は、ブルー波長における良好な吸光性を得るために、広域バンドの反射性偏光子と組み合わせることができる。不均一な光学吸光は、組み合わせられた偏光子の光学的性能を向上させるために有用なことがある。例えば、反射性偏光子と二色性偏光子の組み合わせからの最大輻射線透過率は、グリーンにおいて比較的高い吸収性を有し、かつブルーおよびレッドにおいて、低い吸収性を有する二色性偏光子を用いることにより、最小光反射率とともに得ることができる。反射性偏光子における直角および非直角における不十分な吸光を、二色性偏光子の必要スペクトル域における吸光を増大することにより、補償してもよい。例えば、非直角入射角において、第2偏光のレッド光に対して不十分な吸光を有する反射性偏光子を、比較的高いレッド吸光度を有する二色性偏光子を用いることによって、補償してもよい。

二色性偏光子11は、反射性偏光子および二色性偏光子を同一光学通路に配置するか、又は、これらを接着剤により、一緒に積層することにより、光学偏光装置10中に合体することができる。二色性偏光子を延伸配向前に、二色性偏光子とポリマーとの混合物の少なくとも1層を多層成形フィルム上に押出し、又は積層することにより、又は、二色性染料を、多層反射性偏光子のスキン層の1層以上の

ポリマー樹脂に添加することにより、或は、この多層積層体の1以

上の層に樹脂を添加することにより、反射性偏光子に合体することができる。多層押出し技法を用いると、光学的積層体を構成している個々の層中における二色性染料の分布を、適宜に変えることが可能になる。この技法により、染料を最も大きな利用性を有する部分域に分布させることが可能になる。例えば、染料を光学的積層体中の最大又は最小“E”一界強度を有する部分域において、濃縮することが好ましい。二色性染料およびポリマーマトリックスの適当な選択により、得られたフィルムを延伸すると、同時に適当な配向を有する二色性偏光子および反射性偏光子が製造される。

アンソラキノンおよびアゾ染料を二色性染料として使用してもよいし、また、他の二色性染料材料を用いてもよい。いくつかの用途においては、染料は延伸配向されたときに高度に二色性であることを要しない。両偏光の比較的高い吸収を要求する用途、例えば、まぶしさを減少させることを要求するサングラス又は表示装置は、二色性の低い染料、又は非二色性染料を用いることができる。

二色性偏光子11を、反射性偏光子の一方のサイド又は両サイドに合体するとき、ポリビニルアルコールの溶液を成形（未配向）多層フィルム上に被覆し、多層反射性偏光子と二色性偏光子とを同時に形成してもよい。この成形フィルムに対し、無機又はポリマー基層上に溶液皮膜をコートする前に、接着性向上のためのコロナ処理又は物理的处理を施すことができる。この用途のために適切な溶液用主成分は、米国特許第4,659,523号に記載されているような、ポリエチレンテレフタレートフィルムをプリントするために、一般に用いられている水溶性エステル共重合体である。前記ポリビニルアルコール被覆用溶液は、水中にポリマーを2～20重量%の濃度で含むべきであり、好ましい濃度は、5～15重量%である。ポリビニルアルコールは95～100%の好ましくは97～99.5%の加水分解度を有す

るべきである。被覆重量は、1平方メートル当り、2～80gの範囲内にあるべきである。ポリビニルアルコールにより被覆された成形フィルムは、次に高温において延伸され、ポリビニルアルコールの配向度を高め、多層反射性偏光子を作製

する。上記温度は、多層反射性偏光子の成分の少なくとも一つのガラス転移温度よりも高いことが好ましい。一般に、延伸温度は80-160℃であり、好ましくは100-160℃である。前記フィルムをもとの寸法の2-10倍に延伸する。好ましくは、このフィルムをもとの寸法の3-6倍に延伸する。このフィルムを延伸方向に直交する横方向に、この横方法における自然寸法減少（延伸率の平行根に等しい）から、寸法的に緩和（リラックス）させて、寸法固定（すなわち、延伸方向に対し横の方向の寸法に変化なし）してもよい。このフィルムは、テンターを用いたときの幅で機械方向に延伸して、長さ方向の配向度を高め、又は対角線方向に延伸されてもよい。この延伸されたポリビニールアルコール皮膜を次に、ヨードを主成分とする着色溶液、染料を主成分とする着色溶液、又は、上記2種の溶液の組み合わせのいずれかにより着色し、必要により、ほう酸およびボラックスの水溶液のような適宜の溶液により安定化される。このような着色および固着の技法は、当業者に既知である。このフィルムを乾燥した後に、この二色性偏光子をセルロースを主成分とするポリマー、アクリレートポリマー、ポリカーボネートポリマー、溶液主体の又は、放射線硬化された、アクリレート主体の接着性又は非接着性皮膜、ポリエチレンテレフタレート又は他のポリエステルを主成分とするフィルム、又は反射性偏光子フィルムの追加シート、などのような保護フィルム上に接着積層することにより、この二色性偏光子を保護することができる。偏光装置の二色性偏光子側から入射する、又は出射する偏光された光線の状態が決定的に重要ではない場合には、2軸

延伸されたポリエチレンテレフタレートのような複屈折性ポリマーを保護層として用いてもよい。

本発明を使用するのに好適な二色性偏光子は、米国特許第4,895,769号および第4,659,523号に記載されている。これらの米国特許に記載された偏光子は、反射性偏光子と組み合わせられてもよく、この反射性偏光子は、それに接着剤接合された、ポリビニールアルコールによる偏光子サイドを有することが好ましい。この二色性偏光子は、比較的薄いポリビニールアルコール皮膜（すなわち、1平方メートル当たり4.5グラム未満）により作製されていてもよい。この薄い皮膜は、延

伸方向に対し直角をなす偏光の吸収が低いものであるが、その高透過軸が反射性偏光子の高透過軸と平行なときは、第1偏光に対し良好な吸光性を有する。この皮膜は、工程を迅速にするものである。

特定用途用偏光装置10の光学通路に、他の光学フィルムを添加してもよく、又はそれに用いてもよい。このような光学フィルムの具体例としては、偏光を保護し、又はランダム化する円形又はだ円形の拡散子、硬質被覆されたフィルム、非反射性フィルム、粗面化された (textured) まぶしくないフィルム、補償フィルム又は構造体 (例えば液晶表示装置に使用されるもの)、および、直線状光をだ円状又は円形状に偏光された光に変換するために一般に用いられる光学的リターダー、などを包含する。

多層反射性偏光子の好ましい“A”層は、ポリエチレンナフタレート (PEN) のような結晶性ナフタレンジカルボン酸ポリエステルであり、また好ましい“B”層は、ナフタレンジカルボン酸と、テレフタル酸とのコポリエステル (CoPEN) である。PEN および70部のナフタレートと30部のテレフタレートとのコポリエステル (CoPEN) は、ジオールとしてエチレングリコールを用いる標準的ポリエステ

ル樹脂反応器中で合成することができる。満足できる204層偏光子は、51個のスロットを有するフィードブロック中で、PEN と、CoPEN を押出し、次に、押出しにおいて直列の2層合体多層化装置を用いることにより製造される。この多層化装置は、フィードブロックを出る押出された材料を、2つの半幅の液流に分割し、次に、この半幅液流を互いの上に積層する。このような多層化装置は、当業者に既知である。

前記押出しはほぼ 295°Cにおいて行われる。PENは、0.50dl/gの固有粘度を有し、CoPEN は、0.60dl/gの固有粘度を有する。PEN 材料に対する押出し速度は22.5ポンド/時であり、CoPEN の押出し速度は16.5ポンド/時である。成形されたウェブは、約0.0038インチの厚さを有し、長手方向に5:1の延伸率で一軸延伸され、そのサイド部は、この延伸中に 140°Cの空気温度で抑制される。すべてのPEN/CoPEN 層の対は、外側スキン層を除き、所定波長 550nmに対して1/2波長の光学厚さを有するように設計された。

上記のようにして作製された2個の204層偏光を次に、接着剤を用いて、手動により積層した。この接着剤の屈折率は、等方性CoPEN 層の屈折率に適合（一致）すべきである。

本発明の偏光装置は（図1に示されているような）少なくとも1個の二色性偏光子部と1個の反射性偏光子部とを有するものである。また、二色性／反射性／二色性部、又は反射性／二色性／反射性部を有する偏光装置を包含する他の組み合わせも適切である。

図3は、透過性表示装置に使用されるような反射性偏光子12と二色性偏光子11との組み合わせを示している。液晶モジュール52が、バックライト54により、従来の二色性偏光子54を介して供給された透過光の偏光をスイッチ断続する。この方式において、反射性偏光子は、液晶モジュール52により通過した第1偏光の光の少なくとも

一部分をバックライトに戻す。この光は、バックライトによりリサイクルされてもよく、そして、表示装置の鮮明度を向上させるために使用されてもよい。

図4は、透過性表示装置中の背面偏光装置として、偏光子11と12との組み合わせの使用を示している。このモードにおいて、反射性偏光子は、従来の表示装置においては、通常、背面二色性偏光子により吸収されていた第1偏光の光を戻すことにより表示装置の明度を向上させる。

図5は、表示装置において、前面および背面偏光装置とに用いられた偏光子11と12との組み合わせを示している。図3、4および5に示された表示装置は、バックライトと背面偏光装置との間に部分的反射子を挿入することにより、透過反射モードに使用できるものであり、また、バックライトを反射性フィルムにより置き換えることにより、反射性表示装置として使用することができる。

図3、4および5に示されているような液晶モジュール52の大多数は、一般に2枚のガラス層の間に挟まれた液晶材料の薄い層を含んでいる。視差（parallax）を最少にするため図6に示されている配列のものを用いることができる。図6において、偏光子11および12の組み合わせが、液晶モジュール52の液晶56並びにガラス層58および59の間に配置されている。この方式により組み合わされた偏光

子を配置することにより、ガラス層の厚さに依存して種々の程度に導入される視差が除去される。

#### 実施例 1

二色性偏光性フィルム、すなわちポラロイド社モデル番号：HN-38を上述のようにして形成された多層反射性装置に対向して配置した。これらの偏光子は一方の偏光が最大透過するように配置された。この二色性偏光子と反射性偏光子との組み合わせは、反射性偏光

フィルムのいずれかの方向における透光に認められる可視真珠光を除去する。また二色性偏光子は、二色性偏光子を介して見られる、反射性偏光子からの反射した可視真珠光を除去する。この実施例は、二色性偏光子と反射性偏光子の組み合わせは、反射性偏光子の美粧的均一性を改良することを示している。

#### 実施例 2

実施例 1 の光学的偏光装置の反射率および透過率を、Lambda 9 分光光度計により、550nmにおいて、Melles-griot 二色偏光子モデル番号03-FPG-009により偏光されたサンプルビームを用いて測定した。反射率測定は積分球 (integrating sphere) を用いて行った。個々の反射率測定を最初に白色拡散反射器により、次に、黒色裏打ち層により裏打ちされたサンプルについて行った。組み合わせされた偏光子の透過率は、分光光度計中に配置して、最大透過が得られるようにしたときは、65.64%であり、最小透過が得られるようにしたときは、0.05%であった。前記二色性偏光子が前記積分球に対向しており、かつ、吸収性裏打ち層が用いられたとき、組み合わせされた偏光子の反射率は、最大反射を示すように配置されたときは 13.26%であり、最小反射が得られるように配置されたときは、4.37%であった。この組み合わせされた偏光子の最大および最小反射率は、この反射性偏光子が積分球に対向しているときは、それぞれ 99.22%、および 16.58%であった。上記測定は、サンプルの背面に白色反射標準体を配置して繰り返された。積分球に対向している二色性偏光子を有する組み合わせされた偏光子の反射率は、それが最大反射を示すように配置されたときは 47.47%であり、最小反射を示すように配置されたときは1.41%であった。反射性偏光子が積分球に対向している



ときの組み合わされた偏光子の最大および最小反射率は、それぞれ 99.32% および 36.73% であった。この実施例は、2

種の偏光子の組み合わせが、反射性偏光子の片側を、この反射性偏光子の反対面の反射性に影響することなく、非反射性にすることを示している。

### 実施例 3

Polaroid Corporation の二色性偏光フィルムモデル NH38 および実施例 1 の反射性偏光子の透過率を実施例 2 に記載の方法を用い、430nm において測定した。この二色性偏光子のサンプルビームに対して直交して偏光されたサンプルの透過率は、0.63% であった。同一条件下における反射性偏光子の透過率は 48% であった。最小透過率を示すように配置された 2 つの偏光子の組み合わせの透過率は 0.31% であった。この実施例は、光学通路中に反射性偏光子を含めることにより、二色性偏光子の吸光を増大させることができることを示すものである。

好ましい反射性偏光子体 12 は、ポリマー材料の多層積層体であると述べたが、本発明の範囲から逸脱することなく、その代りに他の反射性偏光子を置き換え得るということを理解すべきである。前記他の反射性偏光子とは、反射性偏光子と二色性偏光子との間に配置された光学リターダーを用いているコレステリック液晶偏光子、傾斜した光学プリズム状および非プリズム状多層偏光子、および一次回折性偏光子などを包含する。

### 多層積層体の光学的挙動

上述のような多層積層体の光学的挙動を、より一般的に説明する。この多層積層体は、数百又は数千の層を含むことができ、また各層は、多数の互に異なる材料から作製することができる。特定積層体のための材料の選択を定める特性は、当該積層体の所望の光学的性能に依存する。

前記積層体は、この積層体中に存在する多数の層と同様の多数の

材料を含むことができる。製造を容易にするためには、薄い光学的フィルム積層体が少数の異なる材料のみを含んでいることが好ましい。

説明のために、本明細書においては、2 種の材料を含む多層積層体について記

述する。

材料、又は化学的には同一であるが物理的性質において異なる材料の間の境界は、急激であってもよく、或は緩徐であってもよい。解析解法の単純な若干のケースを除き、連続的に変化している屈折率(index)を有する後者のタイプの層をなしているメディアの解析は、通常、急激な境界を有し、しかし、隣り合う層の間の特性がわずかに変化するのみのきわめて多数のより薄い均一層として処理されている。

あらゆる方位角方向からの入射角における反射挙動は、フィルム積層体の各フィルム層における屈折率により定められる。いまだ、フィルム積層体中のすべての層が同一の工程条件を受けていると仮定するならば、2つの成分積層体の一個の界面のみを検討し、入射角の関数として全積層体の挙動を理解することが必要である。

議論を単純にするために単一界面の光学的挙動を説明する。しかし、ここに述べられた原理に従う実際の多層積層体は、数百又は数千の層から作られてもよいということを理解すべきである。図7に示されているような、単一の境界面の光学的挙動を説明するために、 $z$ -軸および1個の面内光学軸を含む入射平面に対して、 $s$  および  $p$  偏光された光に対する入射角の関数としての反射率をプロットする。

図7は、単一の界面を形成する2つの材料フィルム層を示し、これらの層はともに屈折率 $n_0$ の等方性媒体中に浸漬されている。説明を単純化するためにこの議論を、配置された2つの材料の光学軸に

直角をなし、かつフィルムの面に直角をなす一つの光学軸( $z$ ) および  $x$  および  $y$  軸に平行な他の光学軸を有する多層複屈折系について行うことにする。しかし、前記光学軸は、直交する必要がなく、また、非直交系も、本発明の要旨および範囲内にあると理解すべきである。さらに、この光学軸は、フィルムの軸と平行であることは必要でなく、この場合も本発明の所望範囲内にあると理解すべきである。

任意の厚さのフィルムの任意の積層体の光学特性を計算するための数学的基本

構成因子 (basic mathematical building blocks) は個々のフィルム界面のよく知られた Fresnel 反射および透過係数である。前記 Fresnel 係数は任意の入射角における与えられた界面の反射率の値を、s-およびp-偏光された光に対して、別々の数式で、予示するものである。

誘電性界面の反射率は、入射角の関数として変化し、また、等方形材料の場合には、p-およびs-偏光された光に対し、著るしく異っている。p-偏光した光に対し最小の反射率は、所謂ブルースター効果によるものであり、反射率がゼロになる入射角は、ブルースター角度と称されている。

任意のフィルム積層体の任意の入射角における反射挙動は、包含されているすべてのフィルムの誘電テンソルにより定まる。この事項の一時的理論的处理法は、North-Holland により1987年に頒布された R. M. A. Azzam and N. M. Bashara, "Ellipsometry and Polarized Light" のテキスト中に記載されている。その結果は、広く知られている Maxwell の方程式から直接に処理される。

一つの系の単一界面の反射率は、下記式1および2により与えられた、p-およびs-偏光された光の反射係数の絶対値を二乗することにより算出される。式1および2は、配置された2つの成分の

軸を有する単軸直交系に対し有効なものである。

1)

$$r_{pp} = \frac{n_{2z} \cdot n_{2o} \sqrt{(n_{1z}^2 - n_o^2 \sin^2 \theta)} - n_{1z} \cdot n_{1o} \sqrt{(n_{2z}^2 - n_o^2 \sin^2 \theta)}}{n_{2z} \cdot n_{2o} \sqrt{(n_{1z}^2 - n_o^2 \sin^2 \theta)} + n_{1z} \cdot n_{1o} \sqrt{(n_{2z}^2 - n_o^2 \sin^2 \theta)}}$$

2)

$$r_{ss} = \frac{\sqrt{(n_{1o}^2 - n_o^2 \sin^2 \theta)} - \sqrt{(n_{2o}^2 - n_o^2 \sin^2 \theta)}}{\sqrt{(n_{1o}^2 - n_o^2 \sin^2 \theta)} + \sqrt{(n_{2o}^2 - n_o^2 \sin^2 \theta)}}$$

上式中、 $\theta$  は、等方性媒体中で測定されたものである。

単軸複屈折系において、 $n_{1x} = n_{1y} = n_{1o}$ 、および  $n_{2x} = n_{2y} = n_{2o}$  である。

二軸複屈折系に対しては、上記式1および2は、図7に示されているように偏光面が x-z 面又は y-z 面に平行な光に対してのみ有効である。すなわち、二軸系においては、x-z 面に入射した光に対し、式1 (p-偏光された光用) に

においては、 $n_{1o}=n_{1x}$ 、および  $n_{2o}=n_{2x}$  であり、式2（s-偏光された光用）においては、 $n_{1o}=n_{1y}$ 、および  $n_{2o}=n_{2y}$  である。また、y-z面に入射した光に対して、式1（p-偏光された光用）においては、 $n_{1o}=n_{1y}$ 、および  $n_{2o}=n_{2y}$  であり、式2（s-偏光された光用）においては、 $n_{1o}=n_{1x}$ 、および  $n_{2o}=n_{2x}$  である。

式1および2は、反射率が、積層体中の各材料のx、yおよびz方向における屈折率に依存することを示している。等方性材料においては、3つの屈折率は等しく、すなわち $n_x=n_y=n_z$ である。 $n_x$ 、 $n_y$ および $n_z$ の間の関係は、その材料の光学的特性を定めるものである。これら3つの屈折率の間の異なる関係により、材料は、三つの一般的カテゴリー、すなわち等方性、単軸複屈折性および二軸複屈折性に分けられる。

単軸複屈折性材料は、一方向の屈折率が、他の二方向の屈折率と

異なる材料として定義される。この議論の目的のために、単軸複屈折系の説明の便宜上、条件を $n_x=n_y \neq n_z$ とする。x軸およびy軸は、面内軸として定義され、それぞれの屈折率、すなわち $n_x$ および $n_y$ は、面内屈折率と称される。

単軸複屈折系を作製する方法はポリマー多層積層体を2軸延伸すること（例えば、2方向延伸）である。多層積層体の二軸延伸により、両軸に平行な面のための結合層の屈折率の間に差違を生じさせ、従って両偏光面において、光の反射を生ずる。

単軸複屈折材料は、正の又は負の単軸複屈折のいずれかを有することができる。正の単軸複屈折は、z-屈折率が面内屈折率より大きい（ $n_z > n_x$ ,  $n_z > n_y$ ）ときに生ずる。負の単軸複屈折は、z-屈折率が面内屈折率より小さい（ $n_z < n_x$ ,  $n_z < n_y$ ）ときに生ずる。

二軸複屈折材料は、3軸のすべてにおける屈折率が異なる材料と定義される。すなわち $n_x \neq n_y \neq n_z$ 、前記と同様に、 $n_x$ および $n_y$ 屈折率は、面内屈折率と称される。二軸複屈折系は、多層積層体を一方向に延伸することにより作製することができる。換言すれば、積層体は一軸延伸される。この議論の目的のためにx方向を、二軸複屈折積層体の延伸方向と称することにする。

### 単軸複屈折系（反射鏡系）

単軸複屈折系の光学的性質について下記に検討する。上述のように、単軸複屈折材料の一般的条件は $n_x = n_y \neq n_z$ である。よって、図7における層102 および104の各々が単軸複屈折性の場合、 $n_{1x} = n_{1y}$ であり、かつ $n_{2x} = n_{2y}$ である。この議論の目的のために、層102が、層104よりも大きな面内屈折率を有するものとし、よってxおよびy方向の両方において、 $n_1 > n_2$ であるとする。単軸複屈折性多層系の光学的挙動は、 $n_{1z}$  および $n_{2z}$ の値を変動させることにより規定することができ、それによって、異なるレベルの正又は負

の複屈折性を導入することができる。

上記式1は、図7に示されているような2層からなる単軸複屈折系中の単一界面の反射率を定めるために使用することができる。式2は、偏光した光に対し、単純なケースの等方性フィルムの場合と同一（ $n_x = n_y = n_z$ ）であることが明らかに示されているから、式1の検討のみが必要である。説明の目的のために、フィルムの屈折率に対し、若干の特定の（包括的なものであるが）値を与えることにする。すなわち、 $n_{1x} = n_{1y} = 1.75$ 、 $n_{1z} = \text{可変}$ 、 $n_{2x} = n_{2y} = 1.50$ 、 $n_{2z} = \text{可変}$ とする。この系における、種々のあり得るブルースター角度を示すために、周囲の等方性媒体の屈折率を $n_0 = 1.60$ とする。

図8は、等方性媒体から複屈折性層中に入射されたp-偏光した光の反射率対入射角関係曲線を示し、二つでは、 $n_{1z}$ は数値上、 $n_{2z}$ より大きい、等しい（ $n_{1z} \geq n_{2z}$ ）。図8に示された曲線は、下記z屈折率値に対するものである。

- a)  $n_{1z} = 1.75$ ,  $n_{2z} = 1.50$  ;
- b)  $n_{1z} = 1.75$ ,  $n_{2z} = 1.57$  ;
- c)  $n_{1z} = 1.70$ ,  $n_{2z} = 1.60$  ;
- d)  $n_{1z} = 1.65$ ,  $n_{2z} = 1.60$  ;
- e)  $n_{1z} = 1.61$ ,  $n_{2z} = 1.60$  ;
- f)  $n_{1z} = 1.60 = n_{2z}$

$n_{1z}$ が $n_{2z}$ に近づくと、ブルースター角度（すなわち、反射率がゼロになる入射角）が増大する。曲線a-cは、入射角に強く依存している。しかし、 $n_{1z} = n_{2z}$

(曲線 f) においては、反射率は、入射角に全く依存していない。換言すれば、曲線 f の反射率は、あらゆる入射角に対して一定である。この点において、式 1 は、入射角から独立な形； $(n_{2o}-n_{1o})/(n_{2o}+n_{1o})$  に変換する。 $n_{1z}=n_{2z}$  であ

る場合、ブルースター効果はなく、全入射角に対して、反射率は一定である。

図 9 は、 $n_{1z}$  の数値が  $n_{2z}$  より小さいか又は等しい場合の反射率対入射角曲線を示す。光が等方性媒体から複屈折性層に入射される。これらの場合、反射率は、入射角とともに単調に増大する。これは s-偏光された光に対して観察される挙動である。図 9 中の曲線 a は、s-偏光された光に対する一つのケースを示している。曲線 b～e は、下記に示す種々の  $n_z$  の値に対する p-偏光された光に対する場合である。

b)  $n_{1z}=1.50, \quad n_{2z}=1.60$  ;

c)  $n_{1z}=1.55, \quad n_{2z}=1.60$  ;

d)  $n_{1z}=1.59, \quad n_{2z}=1.60$  ;

e)  $n_{1z}=1.60=n_{2z}$

前記と同様に、 $n_{1z}=n_{2z}$  (曲線 e) の場合、ブルースター効果は全くなく、すべての入射角における反射率は一定である。

図 10 は、入射媒体の屈折率が  $n_o=1.0$  (空気) である場合の図 8 および図 9 と同様な関係曲線を示す。

図 10 における曲線は、屈折率： $n_{2x}=n_{2y}=1.50, n_{2z}=1.60$  を有する正の単軸材料、および屈折率： $n_{1x}=n_{1y}=1.75$ 、および  $n_{1z}$  の値が、図上、上から下に、a) 1.50 ; b) 1.55 ; c) 1.59 ; d) 1.60 ; f) 1.61 ; g) 1.65 ; h) 1.70 および i) 1.75、の負の単軸複屈折性材料の単一界面における p-偏光された光についてプロットしたものである。

図 8 および 9 に示されているように、 $n_{1z}$  と  $n_{2z}$  が均衡しているとき (曲線 d)、反射率に、入射角依存性はない。

図 8、9 および 10 は、一つのタイプの挙動から、他への転換は、一つのフィルム of z 軸屈折率が、他のフィルムの z 軸屈折率と等し

いときに発生することを示している。

このことは正および負の単軸屈折性材料のいくつかの組み合わせ、および等方性材料において正しい。他の場合においては、ブルースター角度がより大きな、又はより小さな角度に変化する。

面内屈折率および $z$ 軸屈折率の間の種々のあり得る関係を、図11、12、および13に示す。これらの図において、縦軸は、相対的屈折率を示し、水平軸は、種々の状態を単に分けて示すために用いられている。各図は、左端部において、2個の等方性フィルムから始まり、この左端部において $z$ 屈折率は、面内屈折率と等しい。各図において右方に移行すると、面内屈折率は一定に保持され、種々の $z$ 軸屈折率は増大又は減少し、正又は負の複屈折率の相対量を示す。

図8、9および10に関する上述のケースが図11に示されている。材料(1)の面内屈折率は、材料(2)の面内屈折率より大きく、材料(1)は、負の複屈折率( $n_{1z}$ が面内屈折率より小さい)を有し、材料(2)は正の複屈折率( $n_{2z}$ が面内屈折率より大きい)を有する。ブルースター角度が消失し、反射率が全入射角に対して一定となる点は、2つの $z$ 軸屈折率が等しくなる点である。この点は、図8の曲線f、図9の曲線e又は図10の曲線dに相当する。

図8において、材料(1)は材料(2)よりも高い面内屈折率を有し、しかし、材料(1)は正の複屈折率を有し、材料(2)は負の複屈折率を有している。この場合、ブルースター効果の最小値は、より低い入射角値に移行できるだけである。

図11および12の両者は、二枚のフィルムの一つが、等方性である限定されたケースに有効である。この二つのケースは、材料(1)が等方性であり、材料(2)が正の複屈折率を有するか、又は材料(2)が等方性であって、材料(1)が負の複屈折率を有する場合である。ブルースター効果が消失する点は、複屈折性材料の $z$ 軸屈

折率が等方性フィルムの屈折率に等しい点である。

他の場合として、両フィルムが同一タイプのものである場合、すなわち両方が負の、又は両方が正の複屈折率を有する場合がある。図13は、両フィルムが、負

の複屈折率を有する場合を示す。しかしながら、二つの正複屈折性層のケースは、図13に示されているような二つの負複屈折性層のケースと類似している。前述のように最小ブルースター効果は、1つのフィルムの $z$ 軸屈折率が他のフィルムの $z$ 軸屈折率に等しいか、又はそれを超える場合にのみ、消去される。

更に他の場合として、2つの材料の面内屈折率が等しく、しかし、 $z$ 軸屈折率が異なる場合がある。この場合において（これは、図11～13に示された3つのケースのすべての一部である）、すべての入射角において $s$ －偏光された光の反射は生ぜず、また、 $p$ －偏光された光の反射率は、入射角の増大とともに単調に増大する。このタイプの物品においては、入射角が増大すると、 $p$ －偏光された光の反射率が増大し、かつこの物品は $s$ －偏光された光に対して透明である。このような物品は“ $p$ －偏光子”と称することができる。

当業者は、単軸複屈折系の挙動を説明する上述の原理は、広く種々の環境における所望の光学的効果を作り出すために応用し得るものであるということを容易に認識できる。多層積層体中の層の屈折率は、所望の光学的性質を有する装置を作製するために調整し、適宜に変えることができるものである。多数の負および正の単軸複屈折系を、面内および $z$ 軸屈折率を種々に変化させて作り出すことができ、また、多数の有用な装置を、上述の原理を用いてデザインしかつ作製することができる。

### 二軸複屈折系（偏光装置）

再度図7を参照して、2成分直角二軸複屈折系を下記に説明する

。前述のようにこの系は多数の層を有することができるが、しかし、積層体の光学的挙動の理解のために、1つの界面における光学的挙動を検討する。

二軸複屈折系を、あらゆる入射角において、その一軸に平行な偏光面における光に高い反射率を与え、同時に他の軸に平行な偏光面における光に低い反射率を与えるようにデザインすることができる。その結果、この二軸複屈折系は、偏光装置として作用し、一つの偏光の光を透過し、他の偏光の光を反射する。各フィルムの3つの屈折率 $n_x$ 、 $n_y$ および $n_z$ をコントロールすることにより、所望の偏光子挙動を得ることができる。



上述のPEN/CoPEN 多層反射性偏光装置は、二軸性複屈折系の一例である。しかし、一般に、多層積層体を構成するために用いられる材料はポリマー製であることを必要としないことを理解すべきである。上述の一般的原理内のすべての材料は、多層積層体を構成するために用いることができる。

図7を再度参照し、説明の目的のために、フィルム屈折率に、下記の値を与える。 $n_{1x}=1.88$ ,  $n_{1y}=1.64$ ,  $n_{1z}$ =可変、 $n_{2x}=1.65$ ,  $n_{2y}$ =可変、および $n_{2z}$ =可変。 $x$ 方向を吸光方向と称し、 $y$ 方向を透過方向と称する。

延伸又は非延伸方向のいずれかの入射面における、2つの重要なケースの光に対する二軸複屈折系の入射角挙動を予示するために式1を使用することができる。この偏光装置は一つの偏光方向においては反射鏡であり、他の方向においては窓である。延伸方向においては、数百の層を有する多層積層体中において、屈折率の差が、 $1.88-1.65=0.23$ のように大きな場合それにより  $s$  - 偏光された光に対して、きわめて高い反射率が得られる。 $p$  - 偏光された光の種々の入射角における反射性は、 $n_{1z}$  および  $n_{2z}$  屈折率の差に依存する。

多くの用途において、典型的反射性偏光子は、あらゆる入射角において、一つの軸に沿う高い反射率と、他の軸に沿うゼロの反射率を有している。若し、透過軸に沿って、若干の反射が生じたならば、また、若しそれが種々の波長において異なっているならば、当該偏光子の効率は低下し、透過光に色が導入される。これらの両効果は望ましくないものである。このことは、面内  $y$  屈折率が均衡していても、 $z$  - 屈折率が大きく均衡から外れていることにより生ずる。このような系は、 $p$  - 偏光した光に対しては大きな反射率を有し、 $s$  - 偏光された光に対しては高い透明性を示す。反射鏡ケースの前記解析において述べたように、このようなケースを、 $p$  偏光装置と称する。

図14は、 $p$  - 偏光された光の入射角75度における、800層からなるPEN/CoPEN 積層体の非延伸方向の入射の面における、反射率 ( $-\log [1-R]$  としてプロットされた) を示すものである。この反射率は、可視スペクトル (400~700nm) 内の波長の関数としてプロットされたものである。550nm の場合の曲線  $a$  に対する

適切な屈折率は、 $n_{ly}=1.64$ 、 $n_{lz}=1.52$ 、 $n_{2y}=1.64$ 、および  $n_{2z}=1.63$ である。モデル積層体のデザイン物は、クォーターウェーブペア用単純直線状厚さグレード物であり、このクォーターウェーブペアにおいて、各ペアは、その前のペアより、0.3%だけ厚い。すべての層は、ガラス分布と、5%標準偏差を有するランダム厚さ誤差を有しているものとする。

曲線 a は、可視スペクトルにわたり、透過軸（y 軸）に沿う高いオフアキシス（off-axis）反射率を示し、かつ波長が異なれば、反射率のレベルも異なることを示している。このスペクトルは、フィルムのカリパス(caliper)のように、層の厚さの誤差および空間

的不均一性に敏感であるから、これはきわめて不均一かつ着色された外観を有する二軸複屈折系を与える。高度の着色は、或る用途に対しては望ましいが、LCD 表示装置又は他のタイプの表示装置のような、均一で着色の少ない外観を要求する用途に対しては、オフアキシス色の程度をコントロールし、着色を最小にすることが望ましい。

フィルム積層体がすべての可視波長に対して、同一の反射率を示すようにデザインされたならば、均一な中性グレー反射が得られる。しかしながら、それには厚さのほぼ完全なコントロールが要求される。その代りに、s 偏光反射率を最小に保持しながら、オフアキシスブルースター状態を作り出すような、非延伸方向面内屈折率( $n_{ly}$ および $n_{2y}$ )と均衡しない屈折率を導入することにより、オフアキシス反射率およびオフアキシス色を最少化することができる。

図15は、二軸複屈折系の透過軸に沿うオフアキシス反射率を低下させるのに適合しない y 屈折率の導入効果をしらべたものである。 $n_{lz}=1.52$ および  $n_{2x}=1.63$  ( $\Delta n_z=0.11$ ) として、下記条件を p 偏光された光に対してプロットした。

- a)  $n_{ly} = n_{2y} = 1.64$  ;
- b)  $n_{ly} = 1.64$ ,  $n_{2y} = 1.62$  ;
- c)  $n_{ly} = 1.64$ ,  $n_{2y} = 1.66$

曲線 a は、面内屈折率 $n_{ly}$  と $n_{2y}$  が等しいときの反射率を示す。曲線 a は、入射

角0度において最小反射を示し、20度以上で急激に上昇する。曲線bにおいては、 $n_{1y} > n_{2y}$  であり、反射率は急速に増大する。曲線cにおいては、 $n_{1y} < n_{2y}$  であり、入射角38度において、反射は最小になり、それ以上で急激に上昇する。曲線dにより示されているように、s-偏光された光に対しても  $n_{1y} \neq n_{2y}$  のとき、かなりの反射が生ずる。図15の曲線a～dは、ブルースター効

果が最小で存在するとき、y-屈折率( $n_{1y} - n_{2y}$ )が等しくないときの徴候は、z-屈折率が等しくないときと同一であることを示している。 $n_{1y} = n_{2y}$  の場合には、s-偏光された光の反射率はあらゆる入射角においてゼロである。

層間のz-軸屈折率差を減少することにより、オフアクシス反射率をさらに減少することができる。若し、 $n_{1z}$  が  $n_{2z}$  に等しいならば、図10は、入射角が直角のとき、吸光軸は高い反射オフアングルを有し、また、両屈折率が均衡している(例えば  $n_{1y} = n_{2y}$  および  $n_{1z} = n_{2z}$ ) ので、すべての入射角において、非延伸軸に沿う反射は生じないことを示している。

二つのy-屈折率および二つのz-屈折率を正確に一致させることは、若干のポリマー系においては不可能なことがある。若しz-軸屈折率が一つの偏光装置構造に適合しないときは、面内屈折率  $n_{1y}$  および  $n_{2y}$  に対し、わずかな不均衡が要求されることがある。他の例が図6に示されており、ここでは、 $n_{1z} = 1.56$ ,  $n_{2z} = 1.60$  ( $\Delta n_z = 0.04$ ) と仮定され、y屈折率は下記のように仮定されている。

a)  $n_{1y} = 1.64$ ,  $n_{2y} = 1.65$  ;

b)  $n_{1y} = 1.64$ ,  $n_{2y} = 1.63$

曲線cは、上記のケースのいずれかのs-偏光された光に対するものである。曲線aにおいては、y-屈折率の不均衡の徴候は、z-屈折率の不均衡の場合と同一であり、ここでは、最低のオフアングル反射率を生じている。

800層のフィルム積層体の図16の曲線aの条件による、75度の入射角における算出オフアクシス反射率が、図14において曲線bとしてプロットされている。図14における曲線bを曲線aに対比すると、曲線bにおいてプロットされた条件において、オフアクシス反射

率をはるかに小さくなっており、従って認識できる色はより淡くなっている。曲線 b の 550nm における好適な屈折率は、 $n_{1y}=1.64$ ,  $n_{1z}=1.56$ ,  $n_{2y}=1.65$ 、および  $n_{2z}=1.60$  である。

図17は、式1の等価線プロットを示すものであり、式1は、p-偏光された光の図7に関連して検討されたオフアクシス反射率を要約したものである。非延伸方向に含まれる4つの独立屈折率を二つの屈折率差、 $\Delta n_z$ ,  $\Delta n_y$ を生ずるように減少させた。このプロットは、0度から75度まで種々の入射角において15度きざみの6プロットの平均である。反射率範囲は、等価線 a に対する  $0.4 \times 10^{-4}$  から、等価線 j に対する  $4.0 \times 10^{-4}$  までであり、線間隔は  $0.4 \times 10^{-4}$  の一定値である。この図は、一つの光学軸に沿う屈折率差に起因する高い反射率が、他の軸に沿う屈折率差によりいかに相殺され得るかを示している。

よって、二軸複屈折系の層の間の z-屈折率差を減少させ、および/又は、y-屈折率差を導入して、ブルースター効果を生ずることにより、オフアクシス反射率および、従ってオフアクシス色が、多層反射偏光装置の透過軸に沿って最小にされる。

また、狭い波長域にわたって操作されている狭域バンドの偏光装置をここに記載の原理を用いてデザインし得るということを認識すべきである。これらの原理は、例えば、レッド、グリーン、ブルー、シアン、マゼンタ、又はイエローバンドにおける偏光装置を作製できるものである。

#### 材料の選択および加工方法

上述の確立されたデザインを考慮すると、当業者は所望の屈折率関係を得るために選択された条件下に行われたときに、本発明に係る多層反射鏡又は偏光装置を形成するために、広く種々の材料を使用し得るということを容易に認識するであろう。一般的に要求され

ていることは、すべて材料の一つが、他の材料に比して、選択された方向において異なる屈折率を有するということである。このような差異は、種々の方法によって達成することができるが、この方法は、フィルム形成（例えば有機ポリマーの場合）中又はその後の延伸、又は被覆（コーティング）を包含する。さらに上

記2つの材料が同様の流動特性（例えば、溶融粘度）を有し、これらを一緒に押出しできることが好ましい。

一般に、第1材料として、結晶質又は半結晶質有機ポリマーを用い、同様に第2ポリマーとして、有機ポリマーを選択することにより、適当な組み合わせを得ることができる。第2材料は、結晶質、半結晶質又はアモルファス（非結晶）であってもよく、又は第1材料の複屈折性とは反対の複屈折性を有していてもよい。

好適な材料の具体例としてポリエチレンナフタレート(PEN)およびその異性体類(例えば2, 6-, 1, 4-, 1, 5-, 2, 7-および2, 3-PEN)、ポリアルキレンテレフタレート類(例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、およびポリ-1, 4-シクロヘキサジメチレンテレフタレート)、ポリアミド類(例えばポリアクリルイミド類)、ポリエーテルイミド類、アタクチックポリスチレン、ポリカーボネート類、ポリメタクリレート類(例えば、ポリイソブチルメタクリレート、ポリプロピルメタクリレート、ポリエチルメタクリレートおよびポリメチルメタクリレート)、ポリアクリレート類(例えば、ポリブチルアクリレートおよびポリメチルアクリレート)、セルロース誘導体類(例えばエチルセルロース、酢酸セルロース、プロピオン酸セルロース、セルロースアセテートブチレート、および硝酸セルロース)、ポリアルキレンポリマー類(例えばポリエチレンポリプロピレン、ポリブチレン、ポリイソブチレン、およびポリ(4-メチルノペンテ

ン)、ふっ素化ポリマー類(例えば、パーフルオロアルコキシ樹脂、ポリテトラフルオロエチレン、ふっ素化エチレン-プロピレン共重合体、ポリふっ化ビニリデンおよびポリクロロトリフルオロエチレン)、塩素化ポリマー類(例えば、ポリ塩化ビニリデンおよびポリ塩化ビニル)、ポリスルホン類、ポリエーテルスルホン類、ポリアクリロニトリル、ポリアミド類、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ポリ酢酸ビニル、ポリエーテルアミド類、アイオノマー樹脂、エラストマー類(例えば、ポリブタジエン、ポリイソプレン、およびネオフレン)、並びにポリウレタンなどがある。また、好適なものとしては、共重合体、例えば、PENの

共重合体（例えば、2，6-，1，4-，1，5-，2，7-、および／又は2，3-ナフタレンジカルボン酸、又はそのエステルと、（a）テレフタル酸又はそのエステル；（b）イソフタル酸又はそのエステル類；（c）フタル酸又はそのエステル類、（d）アルカングリコール類；（e）シクロアルカングリコール類（例えばシクロヘキサンジメタノールジオール）；（f）アルカンジカルボン酸、および／又は、（g）シクロアルカンジカルボン酸（例えば、シクロヘキサンジカルボン酸）との共重合体類；ポリアルキレンテレフタレート共重合体（例えばテレフタル酸又はそのエステル類と、（a）ナフタレンジカルボン酸又はそのエステル類、（b）イソフタル酸又はそのエステル類、（c）フタル酸又はそのエステル類、（d）アルカングリコール類、（e）シクロアルカングリコール類（例えばシクロヘキサンジメタノールジオール）、（f）アルカンジカルボン酸類、および／又は、（g）シクロアルカンジカルボン酸（例えば、シクロヘキサンジカルボン酸）との共重合体；並びにスチレン共重合体（例えばスチレン-ブタジエン共重合体類、およびスチレン-アクリロニトリル共重合体類）、4，4'-ビ安息香酸およびエ

チレングリコール、などがある。さらに、各個々の層は、上記ポリマー又は共重合体の2種以上のブレンド（例えばSPS とアタクチックポリスチレンとのブレンド）を包含してもよい。

偏光装置のケースにおける層の特に好ましい組み合わせは、PEN/CO-PEN、ポリエチレンテレフタレート(PET)/CO-PEN、PEN/SPS、PET/SPS、PEN/Eastair およびPET/Eastairなどを包含し、上記中CO-PENは、ナフタレンジカルボン酸（上述のようなもの）と、Eastairを主成分とする共重合体又はブレンドを意味し、EastairはEastman Chemical Co.より商業的に入手可能なポリシクロヘキサンジメチレンテレフタレートである。

反射鏡の場合、層の特に好ましい組み合わせは、PET/Ecdel、PEN/Ecdel、PEN/SPS、PEN/THV、PEN/CO-PET、およびPET/SPSなどを包含し、上記中、Co-PETは、テレフタル酸（上述のようなもの）を基本とする共重合体又はブレンドであり、Ecdelは、Eastman Chemical Co.より商業的に入手可能な熱可塑性ポリエステル

であり、THVは、3M社より商業的に入手可能なフルオロポリマーである。

装置中の層の数は、経路的理由により最少数の層を用いて、所望の光学特性を得るように選択される。偏光装置および反射鏡の両者において、層の数は10000未満であり、より好ましくは5000未満であり、さらに好ましくは、2000未満である。

上記において検討したように、種々の屈折率（および多層装置の光学的特性）の間の所望の関係を得る可能性は、この多層装置の作製に用いられた工程条件により影響を受ける。延伸により配向させ得る有機ポリマーの場合、この装置は一般にそれぞれのポリマーを一緒に押出して、多層フィルムを形成し、次にこのフィルムを選択された温度において延伸して配向し、必要により次に選択された温度において、ヒートセットすることにより作製される。別の方法と

しては、押出し工程および配向工程を同時に行ってもよい。偏光装置の場合、上記フィルムを実質的に一方向に延伸（単一配向）するが、反射鏡の場合には、前記フィルムを実質上2方向に延伸（2軸配向）する。

フィルムは、延伸方向に対し横方向の自然収縮（延伸率の平方根に等しい）から、延伸方向に対し横方向に寸法緩和して寸法固定（すなわち延伸方向に対し横方向の寸法に変化なし）されてもよい。フィルムは、テンターを使用し、その幅において、機械方向に延伸され、長さ方向に一層配向されてもよく、又は対角線に延伸されてもよい。

予備延伸温度、延伸温度、延伸速度、延伸倍率、ヒートセット温度、ヒートセット時間、ヒートセット緩和、および延伸方向に対し横方向の緩和は、所望の屈折率関係を有する多層装置が得られるように選択される。これらの変数は、相互に依存し、従って、例えば比較的低い延伸速度を、例えば比較的低い延伸温度と組み合わせることにより、利用し得るようになる。当業者にとって、所望の多層装置が得られるように、上記の変数の適宜の組み合わせをいかに選択するかは明らかなことである。しかし、一般に、偏光子の場合には1:2~10の延伸倍率が好ましく、よく好ましくは1:3~7である。反射鏡の場合には、第1の軸に沿う延伸比は1:2~10であることが好ましく、1:2~8であることがより好ま

しく、また、第2の軸に沿う延伸比は1 : -0.5~10であることが好ましく、1 : 1~7であることがより好ましく、1 : 3~6であることがさらに好ましい。

好適な多層装置は、スピンコーティング（例えばBoese et al., J. Polym, Sci. : Part B, 30 : 1321 (1992) に記載されているもの）および真空蒸着のような技法を用いて作製されてもよい。後者

の技法は、結晶質ポリマー性有機材料および無機材料の場合に特に有用である。

本発明を下記実施例により説明する。これらの実施例において、光学的吸収は無視できるので、反射率は1 - 透過率 ( $R = 1 - T$ ) である。

### 反射鏡の実施例

#### PET : Ecdel, 601

601層を含む共押出しフィルムを、共押出し方法により連続フラットフィルム製造ライン上で作製した。0.6dl/gの固有粘度（60重量%のフェノールと40重量%のジクロロベンゼンとの混合溶媒使用）を有するポリエチレンテレフタレート（PET）を押出機から75ポンド/時の速度で押出し、Ecdel 9966（Eastman Chemicalより市販の熱可塑性エラストマー）を、他の押出機から、65ポンド/時の速度で押出した。PETは、スキン層上にあった。フィードブロック法（米国特許第3,801,429号に記載されている方法など）を、151層を形成するために使用しそれを、601層の押出し体を製造する2個の多層化装置を通した。米国特許第3,565,985号は、共押出多層化試験装置を開示している。このウェブを長さ方向に約3.6の延伸倍率で、約210° Fのウェブ温度で延伸配向した。次に、このフィルムを235° Fの温度に約50秒間予備加熱し、横（幅）方向に、約4.0の延伸倍率で、1秒当り約6%の速度で延伸した。次に、このフィルムを、ヒートセットオープンセット中において400° Fの温度で、その最大幅の約5%を収縮緩和させた。仕上がりフィルムの厚さは2.5milであった。

上記のように製造した成形ウェブは、その空気側表面組織において粗であり、図18に示されているような透過率を有していた。p-偏光された光に対する入射角60度における透過率(%)（曲線b）



は、入射角が直角のとき（曲線 a）の値にほぼ等しい（波長のシフトあり）。

比較のために、Mearl Corporation 製造のフィルム（図19参照）は、等方性材料であると推測されるが、これは、入射角60度における p-偏光された光に対する反射率にかなりの損失があることを示している（曲線 b、入射角が直角のときの曲線 a に対比）。

PET: Ecdel, 151

151層を含む共押出しフィルムを、共押出し方法により連続フラットフィルム製造ライン上で作製した。0.6dl/g の固有粘度（60重量%のフェノールと40重量%のジクロロベンゼンとの混合溶媒使用）を有するポリエチレンテレフタレート（PET）を押出機から75ポンド/時の速度で押出し、Ecdel 9966（Eastman Chemicalより市販の熱可塑性エラストマー）を、他の押出機から、65ポンド/時の速度で押出した。PETは、スキン層上にあった。フィードブロック法（米国特許第 3,801,429号に記載されている方法など）を、151層を形成するために使用した。このウェブを長さ方向に約3.5 の延伸倍率で、約210° Fのウェブ温度で延伸配向した。次に、このフィルムを 215° Fの温度に約12秒間予備加熱し、横（幅）方向に、約4.0 の延伸倍率で、1秒当り約25%の速度で延伸した。次に、このフィルムを、ヒートセットオープンセット中において400° Fの温度で、約6秒間その最大幅の約5%を収縮緩和させた。仕上がりフィルムの厚さは約0.6milであった。

このフィルムの透過率を図20に示す。p-偏光された光に対する入射角60度における透過率（%）（曲線 b）は、入射角が直角のとき（曲線 a）の値に近似（波長のシフトあり）していた。同じ押出条件下において、約0.8milの厚さを有する赤外線反射性フィルムを製造するために、ウェブの速度を下げた。その透過率を図21に示す

（曲線 a：入射角直角 曲線 b：入射角60度）。

PEN: Ecdel, 225

225 層を含む共押出しフィルムを、先ず押出しにより成形ウェブを作製し、次にこのフィルムを実験用フィルム延伸装置により延伸配向することにより製造し

た。0.5dl/gの固有粘度（60重量%のフェノールと40重量%のジクロロベンゼンとの混合溶媒使用）を有するポリエチレンテレフタレート(PET)を押出機により、18ポンド/時の速度で押出し、Ecdel 9966 (Eastman Chemicalより市販の熱可塑性エラストマー)を、他の押出機により、17ポンド/時の速度で押出した。PETは、スキン層上にあった。フィードブロック法を、57層を形成するために用いられ、それを225層の押出し体を製造する2個の多層化装置に通した。この成形ウェブの厚さは12milであり、幅は12インチであった。このウェブを次に、実験用延伸装置を用いて二軸延伸した。この延伸装置において、フィルム of 四辺を把持し、フィルムを両方向に、均一な速度で同時に延伸するためのパンタグラフが用いられた。7.46cm平方のウェブを約100℃において延伸機にかけ、130℃まで60秒間加熱した。次に、100%/秒（原寸法基準）の速度で延伸を開始し、サンプルが約3.5×3.5倍に延伸されるまで延伸した。延伸後直ちに、このサンプルに室温の空気を吹きつけてこれを冷却した。

図22は、この多層フィルムの光学的性質を示す（曲線a：入射角直角、曲線b：入射角60度）。入射角60度におけるp-偏光された光に対する透過率(%)は、直角入射のときのそれに近似（若干の波長にシフトあり）しているという点が注目される。

PEN: THV 500, 449

449層を含む共押出しされたフィルムを、先ず押出しにより成形ウェブを作製し、次にこのフィルムを実験用フィルム延伸装置によ

り延伸することにより製造した。0.53dl/gの固有粘度（60重量%のフェノールと40重量%のジクロロベンゼンとの混合溶媒使用）を有するポリエチレンテレフタレート(PEN)を押出機により、56ポンド/時の速度で押出し、また、THV 500 (Minnesota Mining and Manufacturing Company から市販のフルオロポリマー)を、他の押出機により、11ポンド/時の速度で押出した。PETは、スキン層上にあり、PENの50%が2つのスキン層中に存在していた。フィードブロック法を57層の形成に使用し、これを449層の押出し体を製造する3つの多層化装置に通した。この成形ウェブは、20milの厚さを有し、12インチの幅を有していた。次に

、このウェブを実験用延伸装置を用いて二軸延伸した。この延伸装置には、フィルム of 四辺を把持し、フィルムを両方向に、均一な速度で同時に延伸するためのパンタグラフが用いられた。7.46cm平方のウェブを100°Cにおいて延伸機にかけ、140°Cまで60秒間加熱した。10%/秒（原寸法基準）の速度で延伸を開始し、サンプルが3.5×3.5 倍になるまで延伸した。延伸の直後に、室温の空気を吹きつけることによりサンプルを冷却した。

図23は、この多層フィルムの透過性を示すものである。前述のように曲線 a は、入射角が直角のときの性質を示し、曲線 b は、入射角が60度のときの性質を示す。

#### 偏光装置の実施例

##### PEN : CoPEN, 449—淡色

449 層を含む共押出しフィルムを、先ず、成形ウェブを押出し、次に、このフィルムを実験用フィルム延伸装置により延伸することにより製造した。0.56dl/g の固有粘度（60重量%のフェノール/40重量%のジクロロベンゼン）を有するポリエチレンナフタレートを押出機により、43ポンド/時の速度で押出し、そして、0.52dl/

g の固有粘度（60重量%フェノール/40重量%ジクロロベンゼン）を有する CoPEN (70モル%の 2, 6-NDC と30モル%のDMT) を、他の押出機により、25ポンド/時の速度で押出した。PEN がスキン層上にあり、このPEN の40%が2つのスキン層内に存在していた。57層を形成するためにフィードブロック法を用い、それを449 層の押出し体を製造する3つの多層化装置に通した。この成形ウェブは10 mil の厚さと12インチの幅を有していた。次に、このウェブを、実験用延伸装置を用いて二軸延伸した。この延伸装置には、フィルムの四辺を把持し、一方向に一定速度で延伸し、他方向には延伸しないパンタグラフが用いられた。7.46cm平方のウェブを約 100°Cにおいて延伸機にかけ、140°Cまで60秒間加熱した。このサンプルの延伸を10%/秒（原寸法基準）で開始し、サンプルが 5.5×1 倍になるまで延伸した。延伸の後直ちに、サンプルを室温の空気を吹きつけることにより冷却した。

図24は、この多層フィルムの透過性を示す。曲線 a は p-偏光された光の入射角が直角のときの透過率を示し、曲線 b は、p-偏光された光の入射角60度のときの透過率を示し、また、曲線 c は、s-偏光された光の、入射角が直角のときの透過率を示す。p-偏光された光の透過率は、入射角が直角のときも、60度のときもともに非常に高い(85~100%)点が注目される。このとき、p-偏光された光の透過率は、入射角が60度のときにより高く、これは空気とPENの界面が60度に近いブルースター角度を有し、そのため入射角60度のときの透過率が、ほぼ100%になるからである。また、可視範囲(400~700nm)内のs-偏光された光の吸光が曲線 c に示されているように高いという点が注目される。

PEN: CoPEN, 601-濃色

601 層を含む共押出しフィルムを、押出しによりウェブを作成し

、その2日後に、このフィルムを、他のすべての実施例に記載されたものとは異なるテンターにより延伸して作製した。0.5dl/gの固有粘度(60重量%のフェノール/40重量%ジクロロベンゼン)を有するポリエチレンナフタレート(PEN)を、押出機により、75ポンド/時の速度で押出し、0.55dl/gの固有粘度(60重量%のフェノール/40重量%のジクロロベンゼン)を有するCoPEN(70モル%の2,6-NDC および30モル%のDMT)を他の押出機により、65ポンド/時で押出した。PENはスキン層上にあった。フィードブロック法を151層を形成するために用い、これを601層の押出し体を製造する2つの多層化装置に通した。米国特許第3,565,985号は同様の共押出し多層化装置を開示している。すべての延伸はテンターによりなされた。このフィルムを、約280°Fに約20秒間予備加熱し、横方法に、約4.4の延伸倍率で、約6%/秒の速度で延伸した。次に、このフィルムをヒートセットオープンセット内で、460°Fにおいて最大幅の約2%だけ収縮緩和した。

この仕上りフィルムの厚さは1.8milであった。

このフィルムの透過率を図25に示す。曲線 a 入射角が直角のときのp-偏光された光の透過率を示し、曲線 b は、入射角が60度のときのp-偏光された光の透過率を示し、また、曲線 c は、入射角が直角のときのs-偏光された光の透過率

を示す。p-偏光された光の透過率が、入射角が直角および60度の両方において、不均一な点が注目される。また、曲線cに示されているように、可視域(400~700nm)におけるs-偏光された光の吸光が、不均一である点が注目される。

PET:CoPEN, 449

449 層を含む共押出しフィルムを、先ず押出しにより成形ウェブを形成し、次にこのフィルムを実験用フィルム延伸装置により延伸

することにより作製した。0.60dl/gの固有粘度(40重量%のフェノール/40重量%のジクロロベンゼン)を有するポリエチレンナフタレート(PET)を、押出機により、26ポンド/時の速度で押出し、また、0.53dl/gの固有粘度(60重量%のフェノール/40重量%のジクロロベンゼン)を有するCoPEN(70モル%の2,6-NDC および30モル%のDMT)を他の押出機により、24ポンド/時の速度で押出した。PETはスキン層上にあった。フィードブロック法を57層を形成するために用い、これを449層の押出し体を製造する3つの多層化装置を通した。米国特許第3,565,985号は同様の共押出し多層化装置を記述している。この成形ウェブは7.5milの厚さと12インチの幅を有していた。次に、このウェブを、実験用延伸装置を用いて二軸延伸した。この延伸装置には、フィルムの四辺を把持し、一定速度で一方向に延伸し、他方向には延伸しないパンタグラフが用いられた。7.46cm平方のウェブを約100℃において延伸機にかけ、120℃まで60秒間加熱した。次に、このサンプルを、10%/秒(原寸法基準)の速度で延伸を開始し、サンプルが約5.0×1倍になるまで延伸した。延伸後直ちにサンプルを、室温の空気を吹きあてることにより冷却した。仕上りフィルムの厚さは、約1.4milであった。このフィルムは、剥離なしに延伸工程を継続するのに十分な接着強度を有していた。

図26は、この多層フィルムの透過率を示している。曲線aは、入射角が直角のときのp-偏光された光の透過率を示し、曲線bは入射角が60度のときのp-偏光された光の透過率を示し、曲線cは、入射角が直角のときのs-偏光された光の透過率を示す。直角および60度で入射したときの両方において、p-偏光された光の透過率がきわめて高い(80~100%)点が注目される。

PEN:CoPEN, 601

601 層を含む共押出しフィルムを、共押出し法により、連続フラットフィルム製造ラインにおいて作製した。0.54dl/g の固有粘度（60重量%のフェノール+40重量%のジクロロベンゼン）を有するポリエチレンナフタレート（PEN）を、押出機により、75ポンド/時の速度で押出し、また、他の押出機によりCoPEN を65ポンド/時の速度で押出した。このCoPEN は、70モル%の2, 6-ナフタレンジカルボン酸メチルエステル、15モル%のジメチルイソフタレート、および15モル%のジメチルテレフタレートと、エチレングリコールとの共重合体であった。フィードブロック法を151 層を形成するために用いた。このフィードブロックは、層が傾斜した分布になるように、光学層の厚さの比が、PEN に対しては1.22に、CoPEN に対しては1.22になるようにデザインされた。

PEN スキン層は、光学積層体の外側上に共押出しされた層の8%の合計厚さをもって共押出しされた。この光学積層体は、2つの連続多層化装置により多層化された。二つの多層化装置の名目多層化比は、それぞれ1.2 および1.22であった。次に、このフィルムを 310° Fまで40秒間予備加熱し、横方向に約5.0 の延伸倍率で6%/秒の速度で延伸した。仕上りフィルムの厚さは約2milであった。

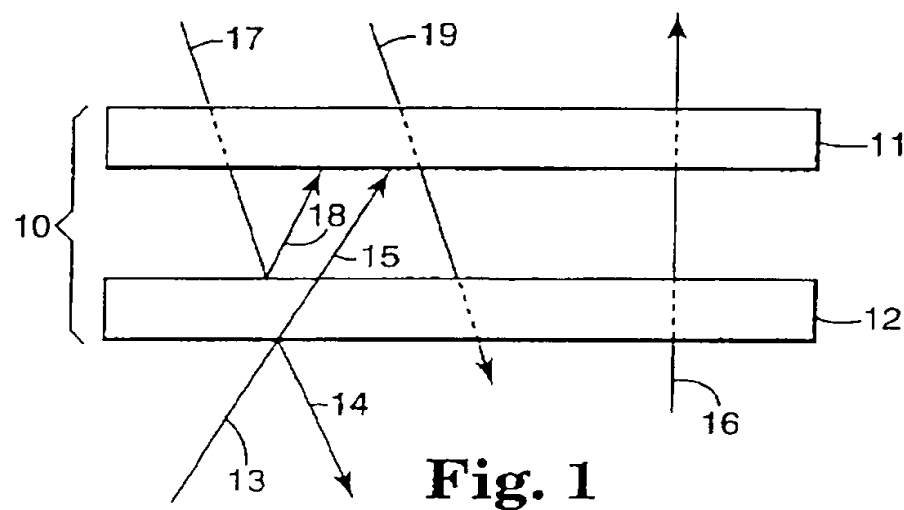
図27は、この多層フィルムの透過率を示す。曲線aは、直角に入射されたp-偏光された光の透過率を示し、曲線bは60°Cで入射されたp-偏光された光の透過率を示し、また曲線cは、直角に入射されたs-偏光された光の透過率を示す。直角および60°Cの入射角のp-偏光された光の透過率が両方ともきわめて高いこと（80~100%）が注目される。また、曲線cにより示されているように、可視域（400~700nm）におけるs-偏光された光の吸収がきわめて高いことが注目される。この吸光率は、500~650nm 域において100%に近いものである。

57層のフィードブロックを用いるこれらの実施例において、全層は、一定の光学的厚さ（550nmの1/4）のみを有するようにデザインされたが、この押出し装置は、かなり広いバンドの光学特性を有する積層体の全体にわたり、層の厚さに偏差を生じた。151 層フィードブロックを用いてなされた実施例において、このフィードブロックは、スペクトルの可視部をカバーするための層厚さ分布が得

られるようにデザインされた。そこで、非対称型多層化装置が用いられ、米国特許第 5,094,788号および第 5,094,793号に記載されているように、スペクトルの可視部の大部分をカバーするように、層厚さ分布が拡大された。

本発明の光学的偏光装置は、好ましい態様を参照して説明されたが、当業者は他の態様も利用できること、および本発明の要旨および範囲から逸脱することなく、形状および細部について変更がなされることを容易に認識するであろう。

【図1】



【図2】

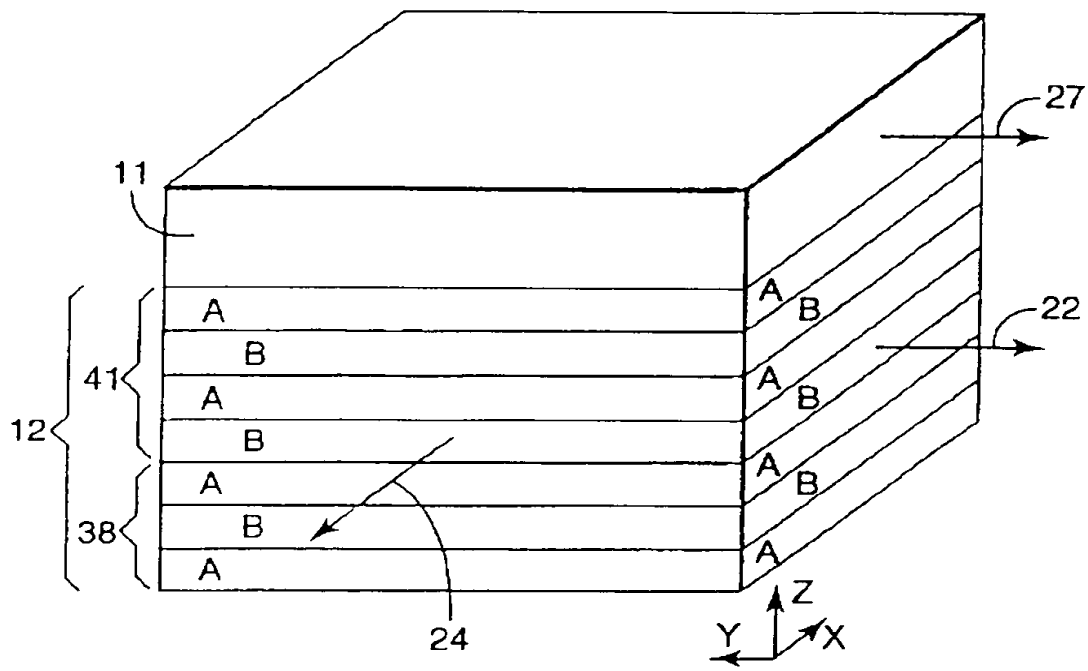


Fig. 2

【図3】

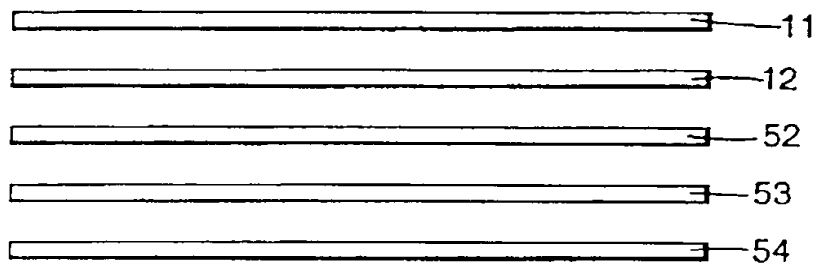
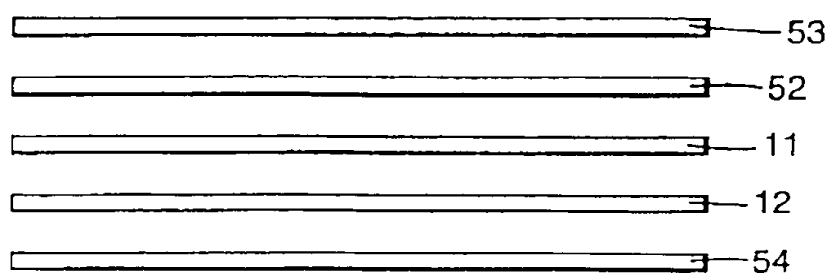


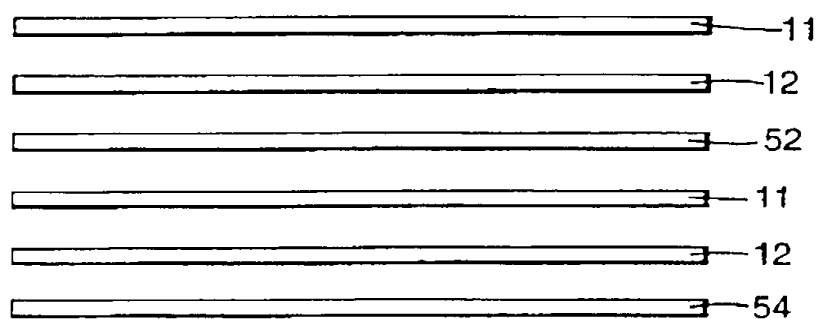
Fig. 3



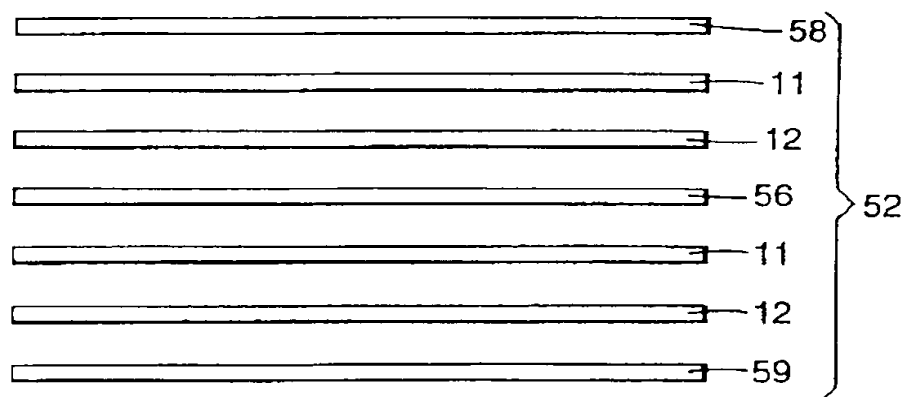
【図4】

**Fig. 4**

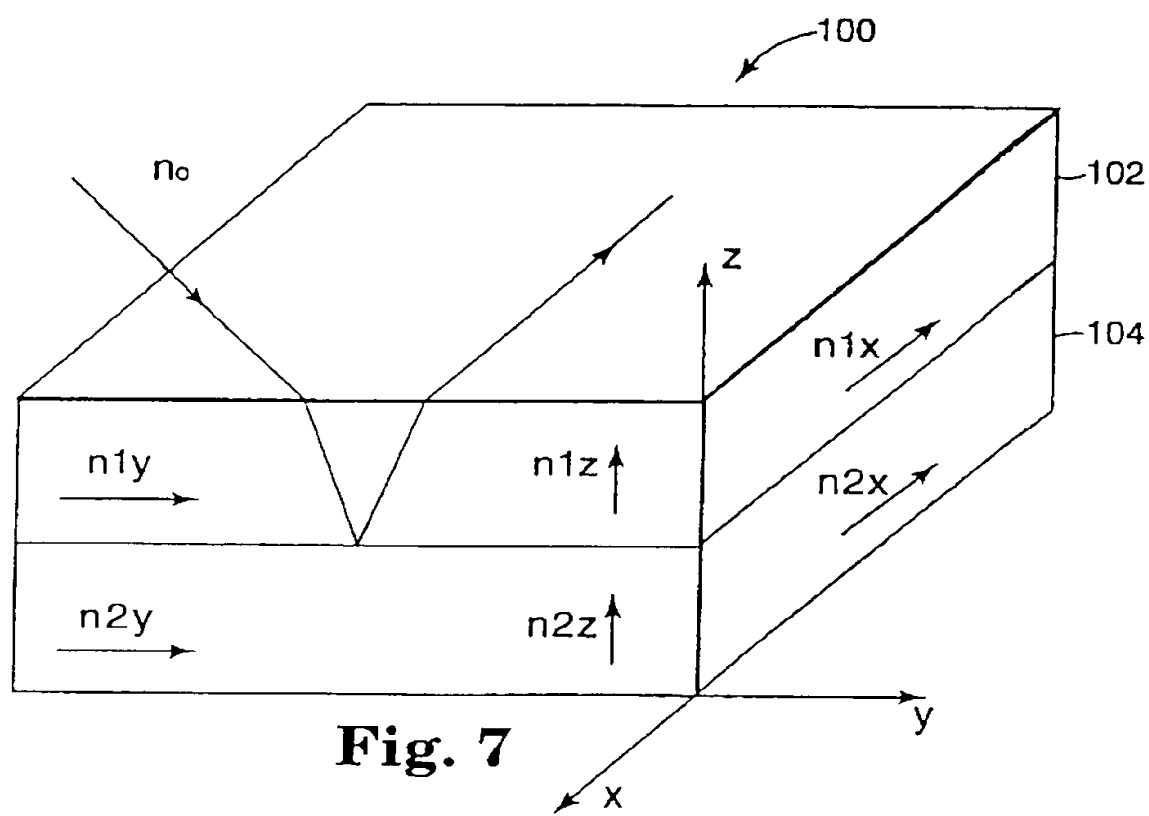
【図5】

**Fig. 5**

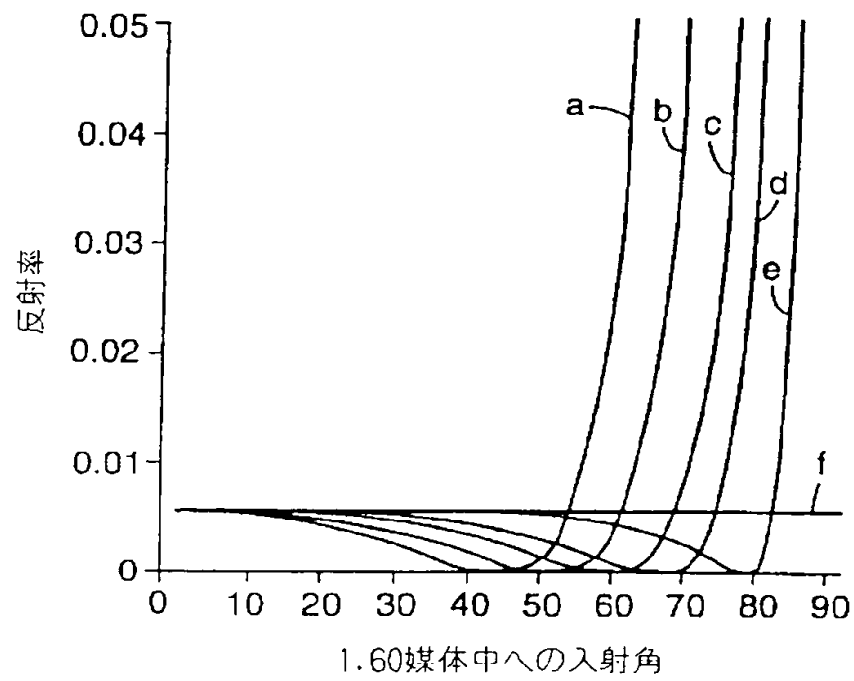
【図6】

**Fig. 6**

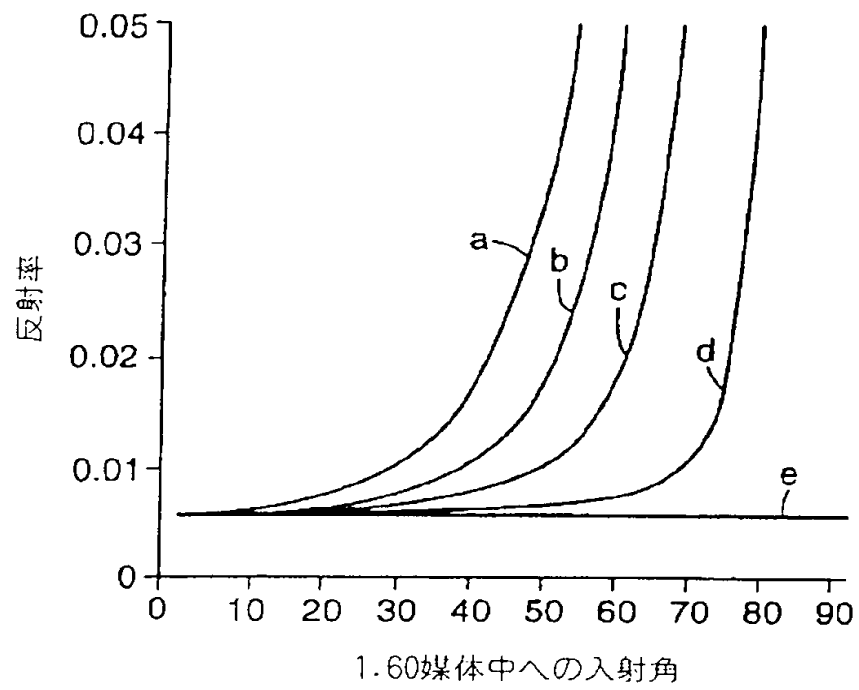
【図7】



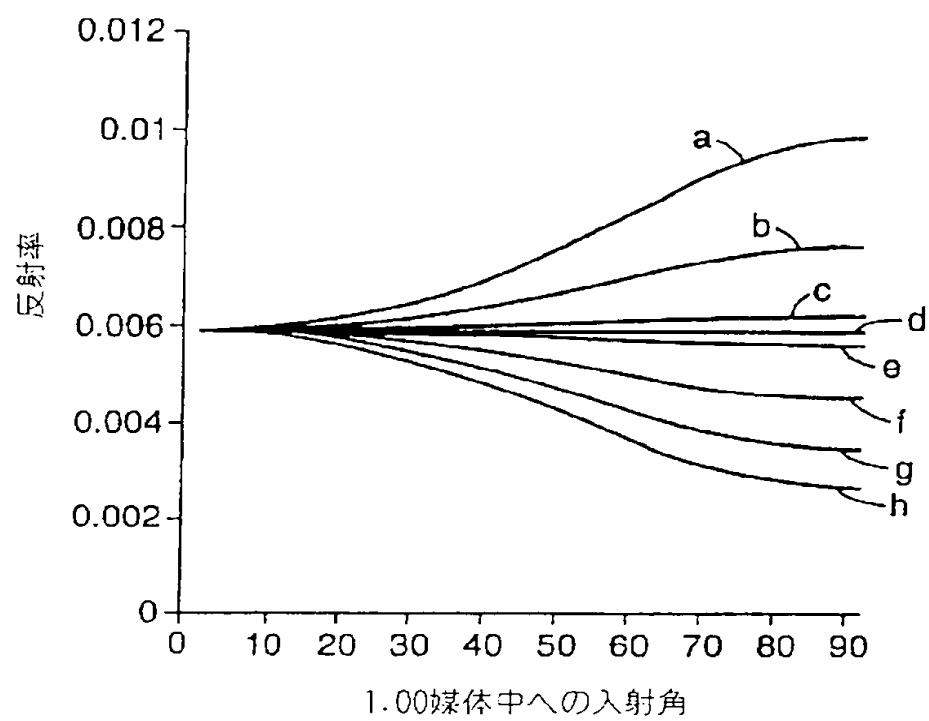
【図8】

**Fig. 8**

【図9】

**Fig. 9**

【図10】

**Fig. 10**

【図11】

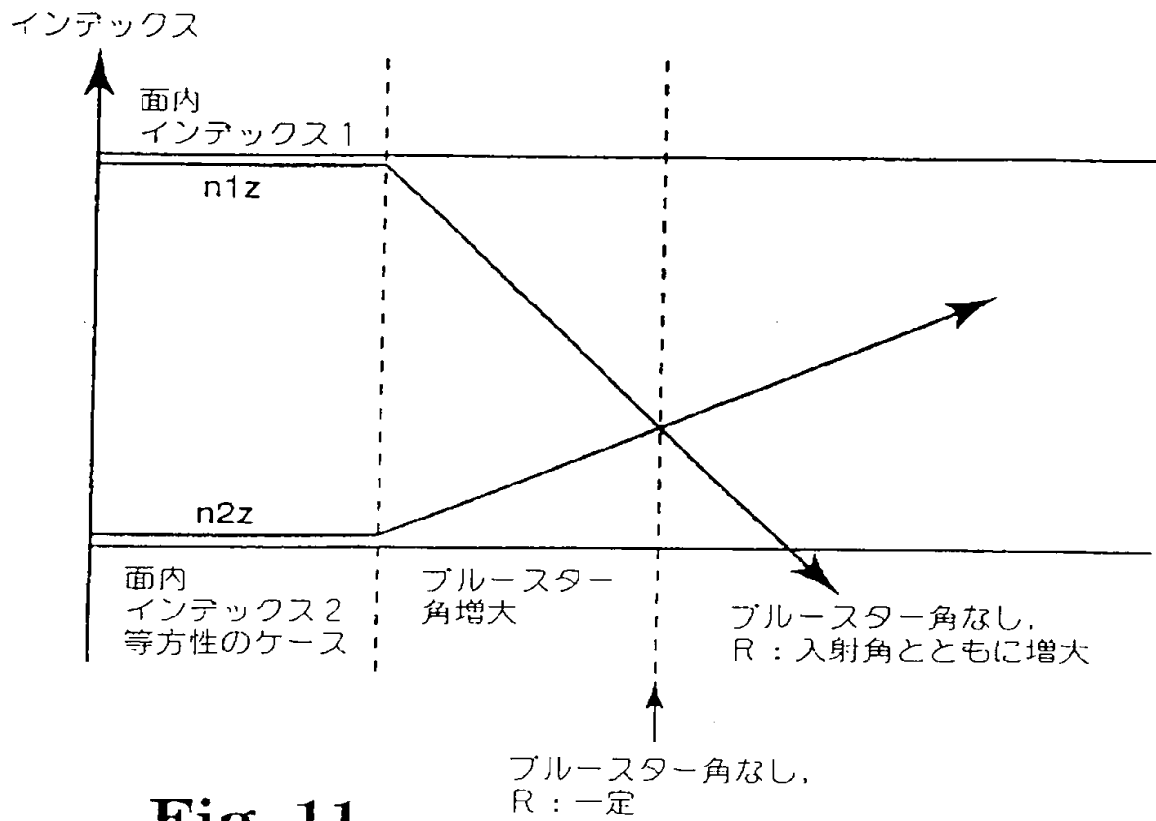
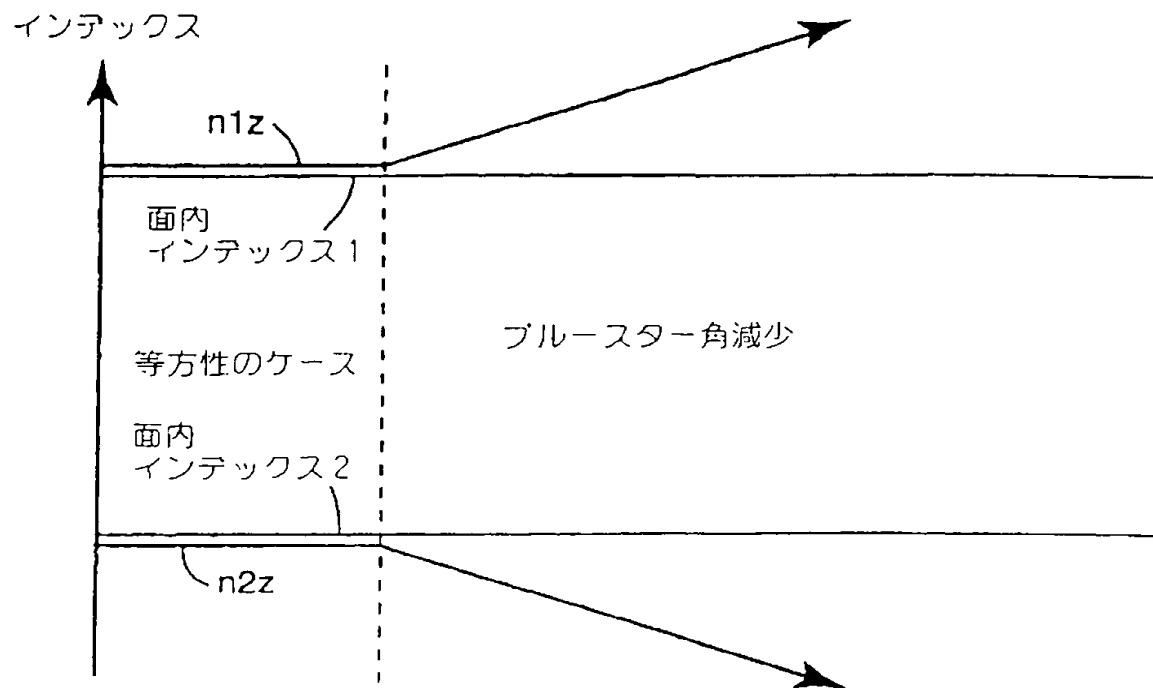


Fig. 11

【図12】

**Fig. 12**

【図13】

インデックス

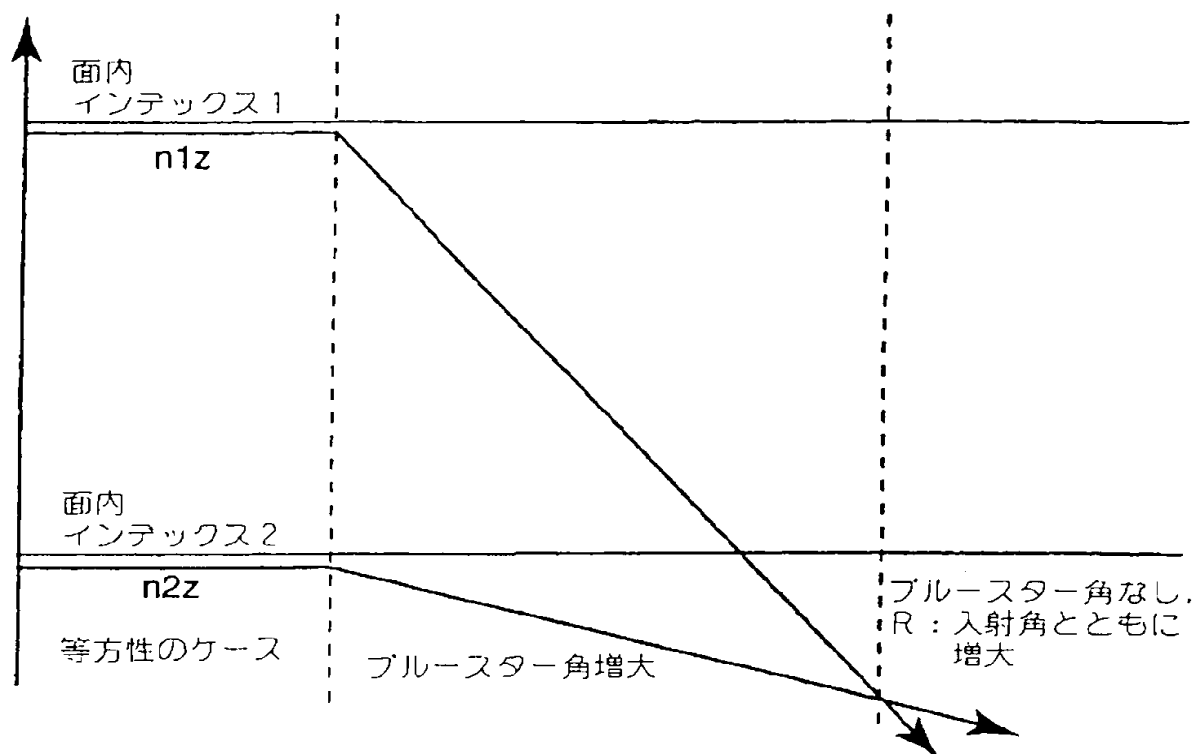
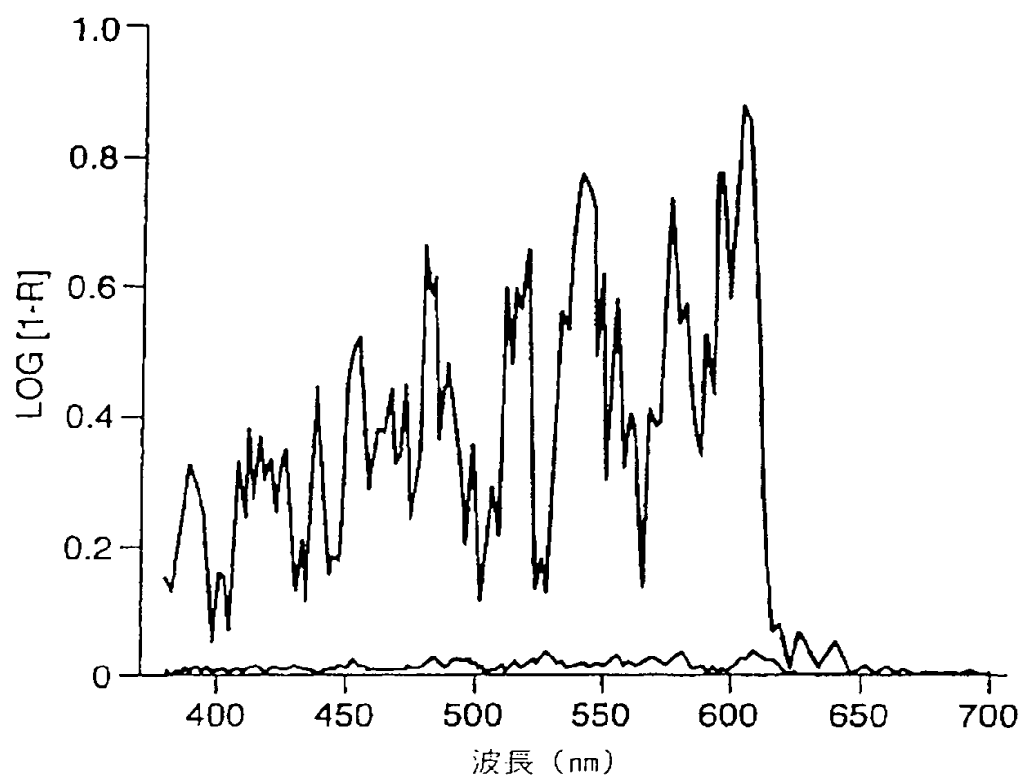


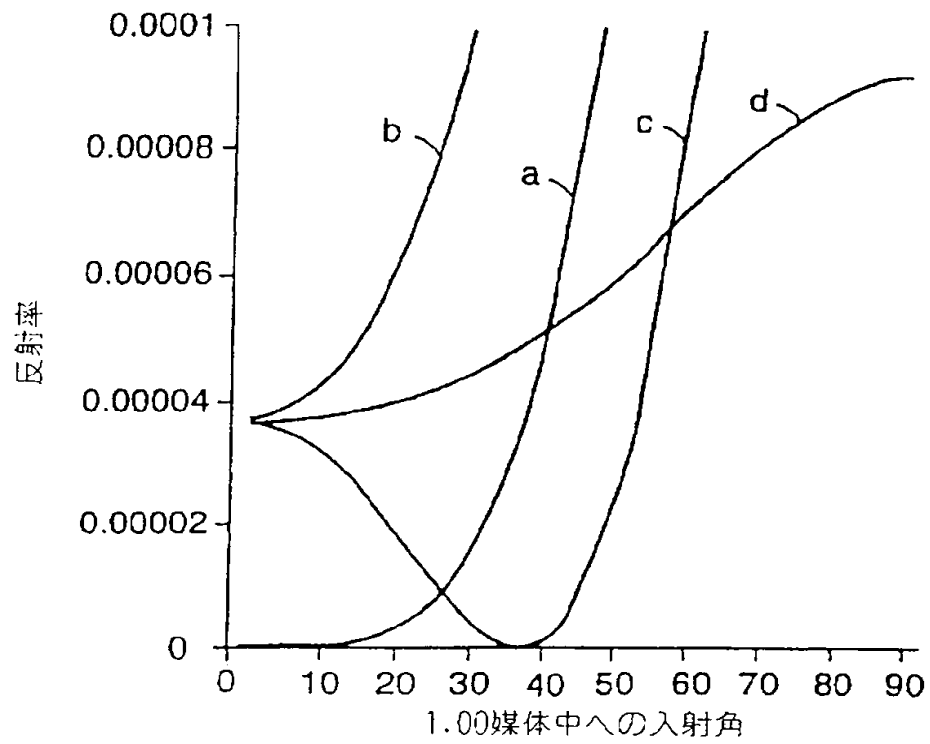
Fig. 13



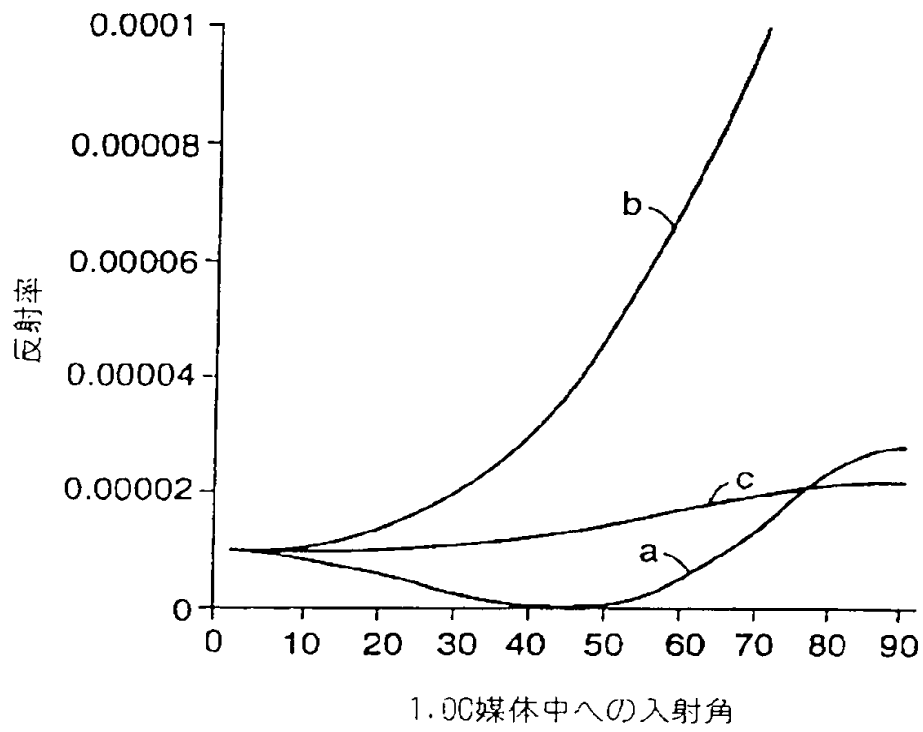
【図14】

**Fig. 14**

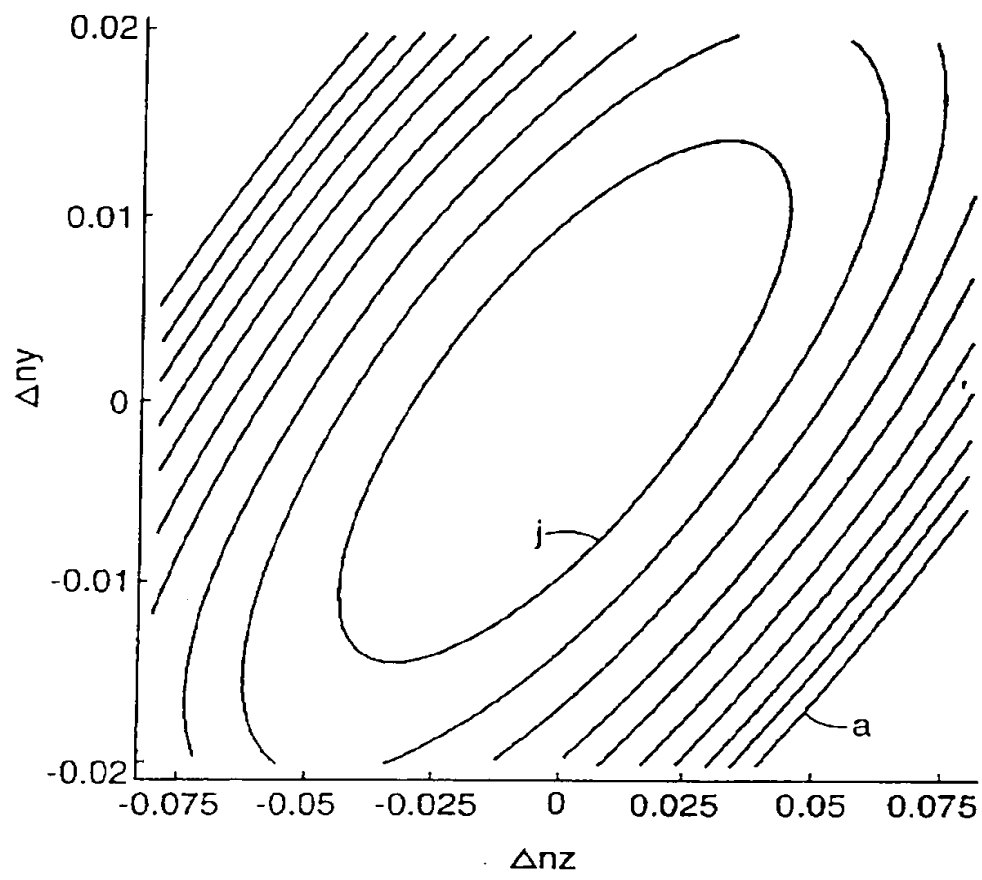
【図15】

**Fig. 15**

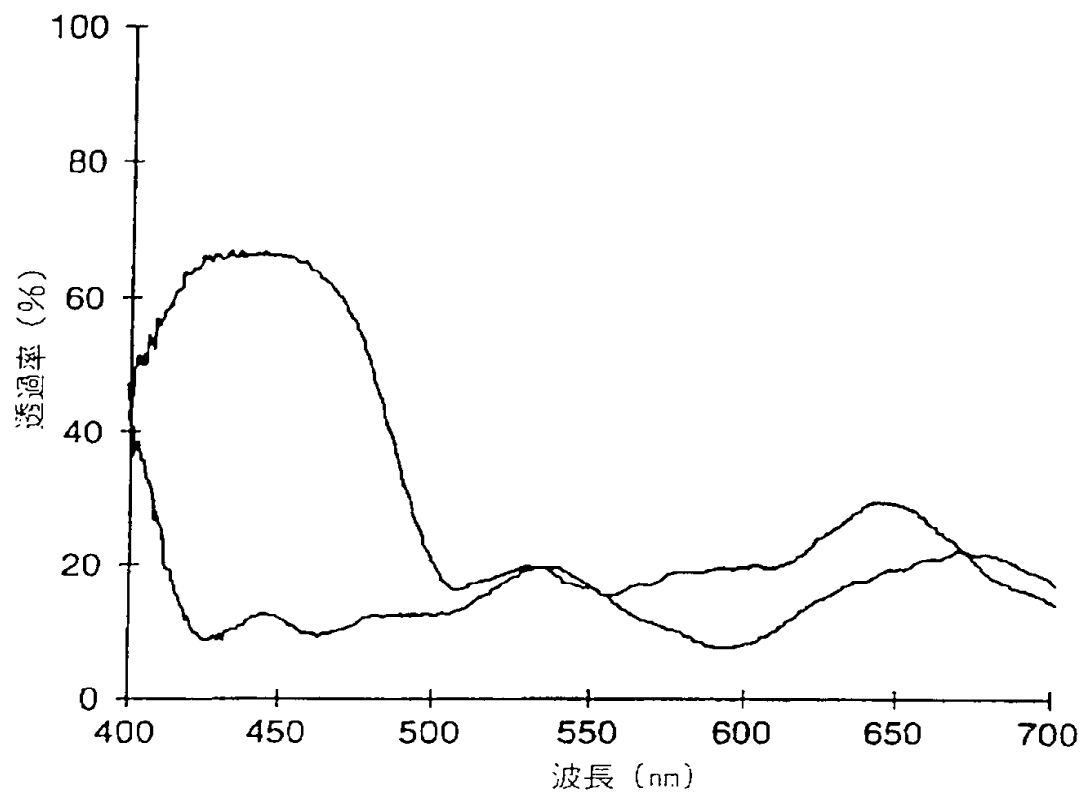
【図16】

**Fig. 16**

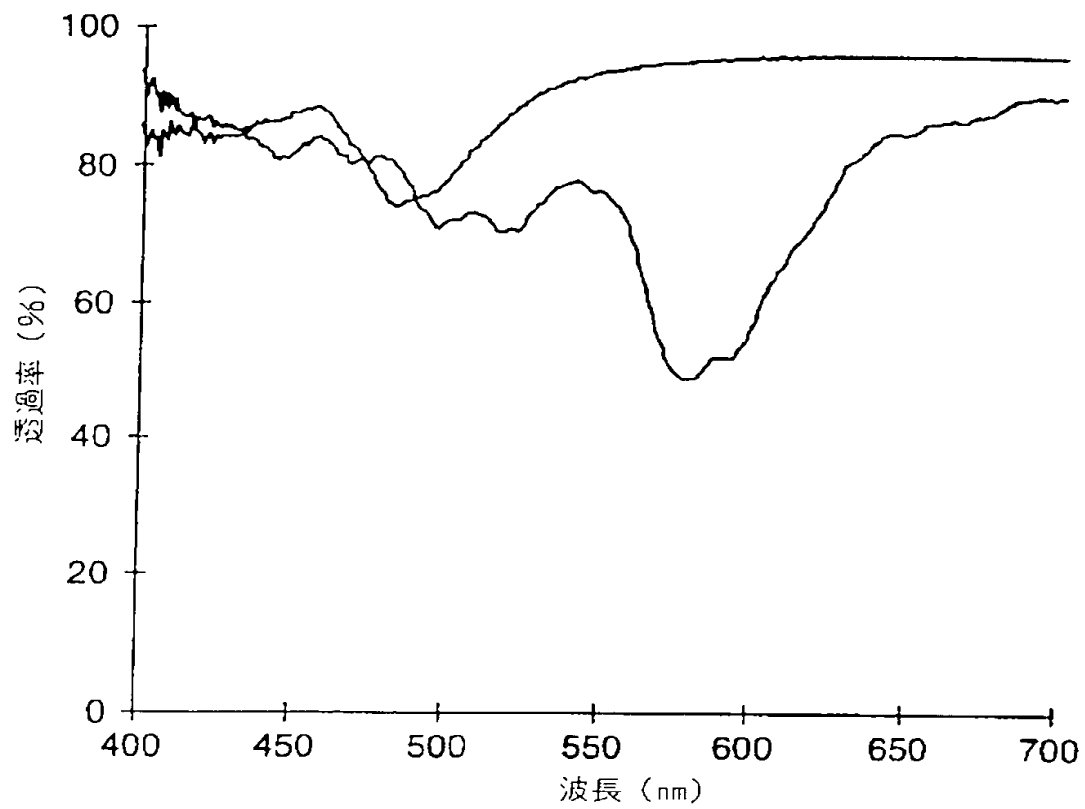
【図17】

**Fig. 17**

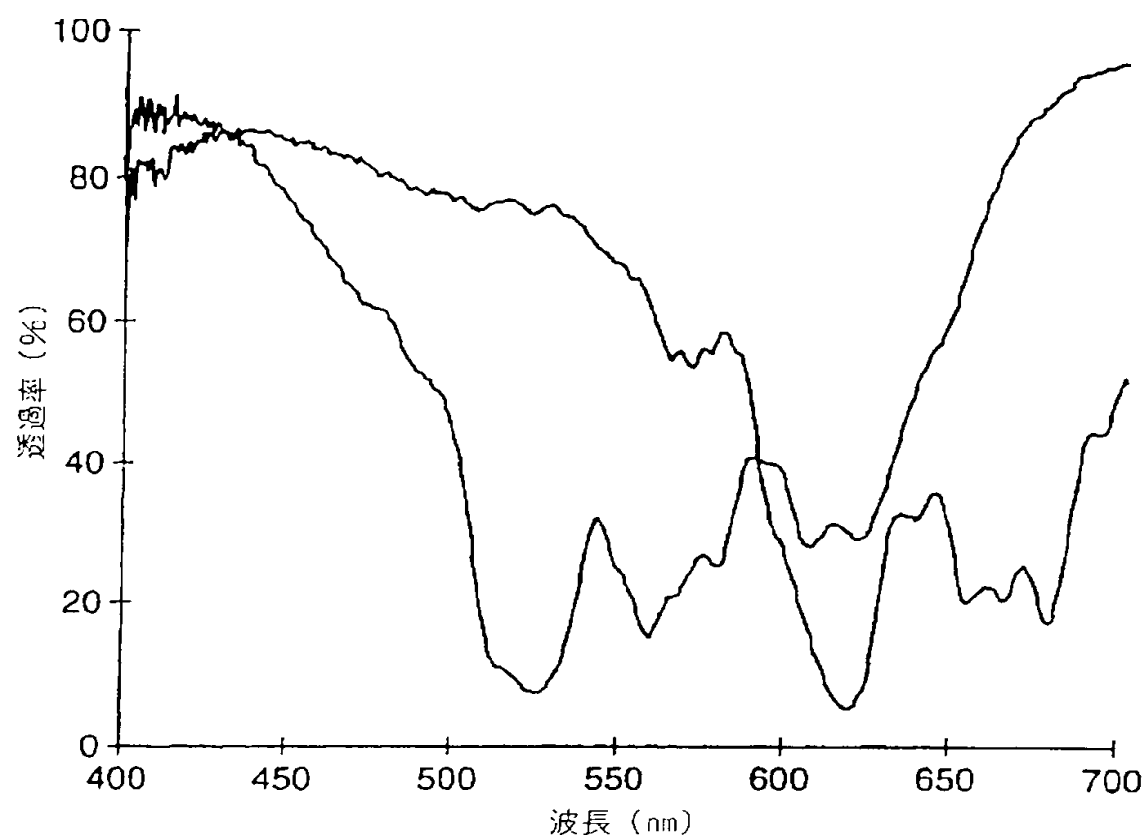
【図18】

**Fig. 18**

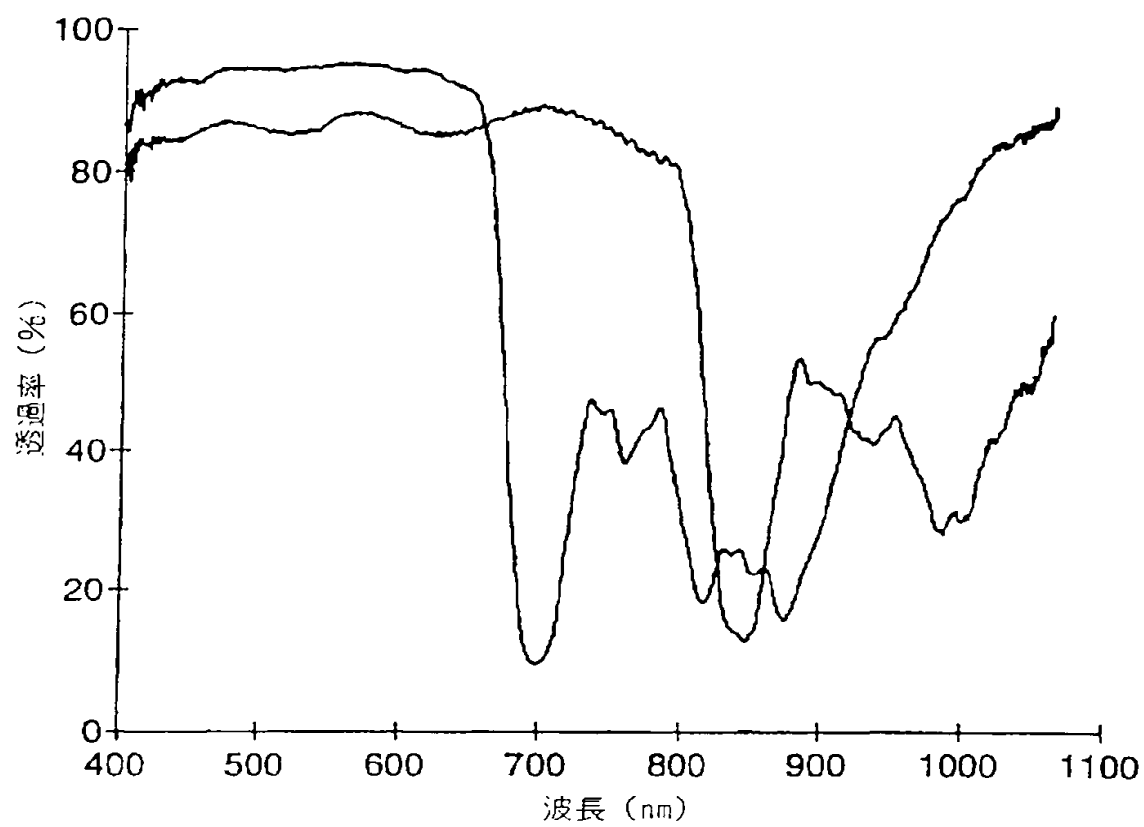
【図19】

**Fig. 19**

【図20】

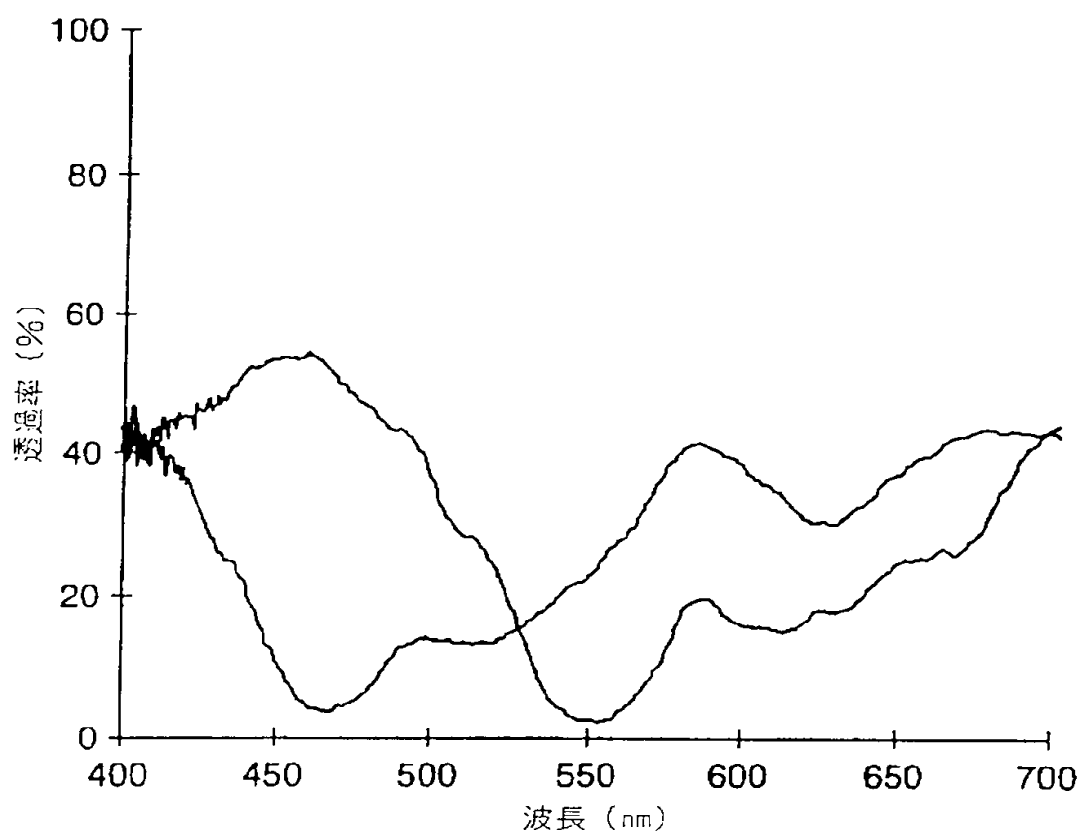
**Fig. 20**

【図21】

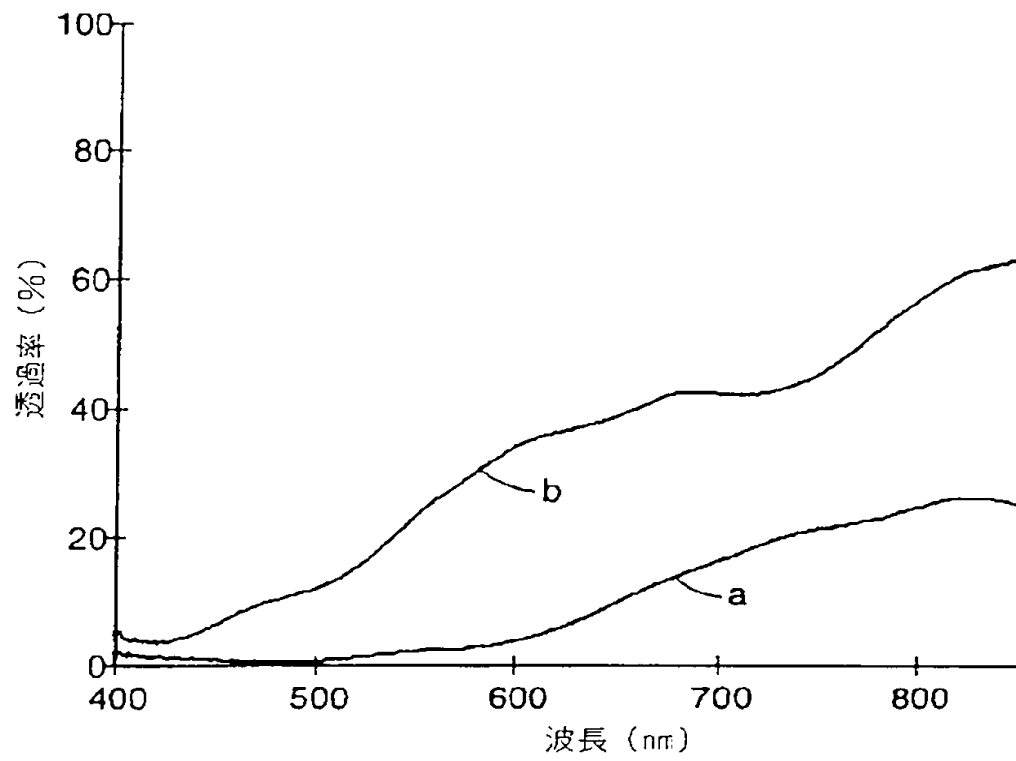
**Fig. 21**



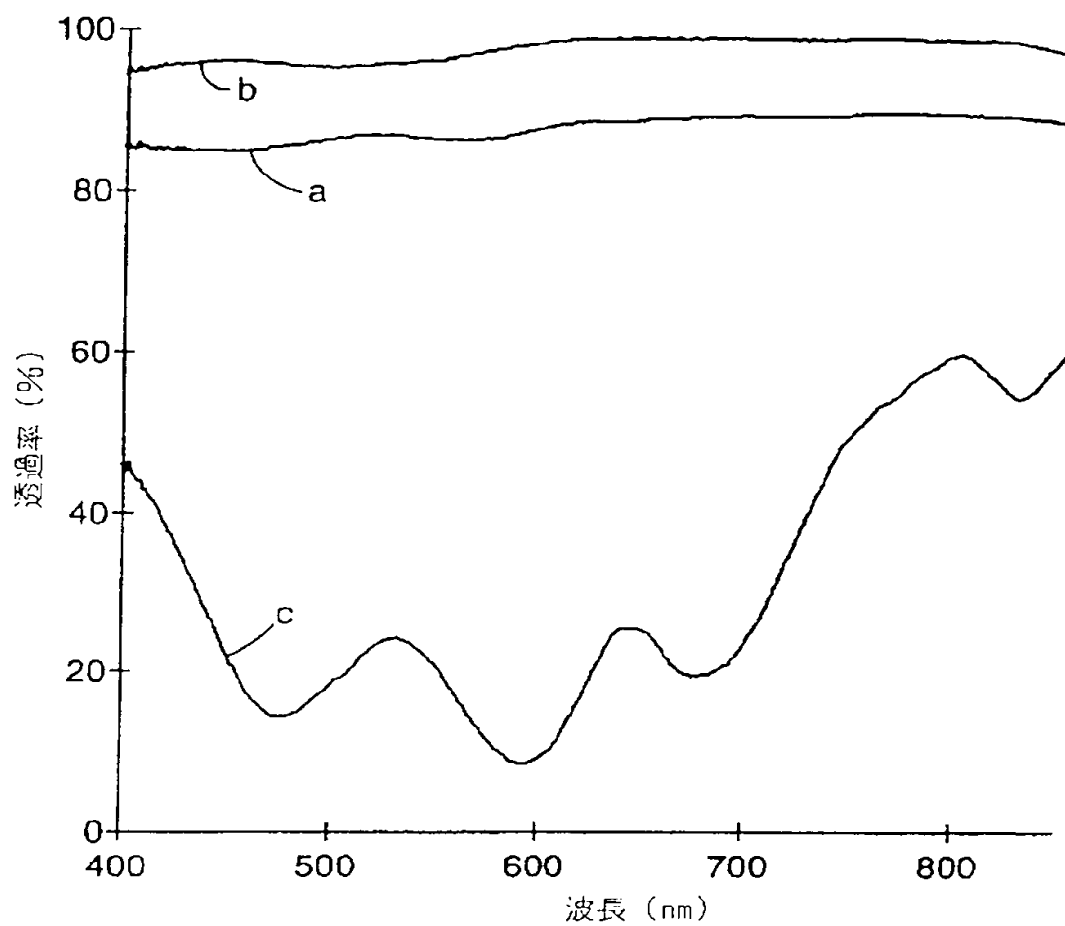
【図22】

**Fig. 22**

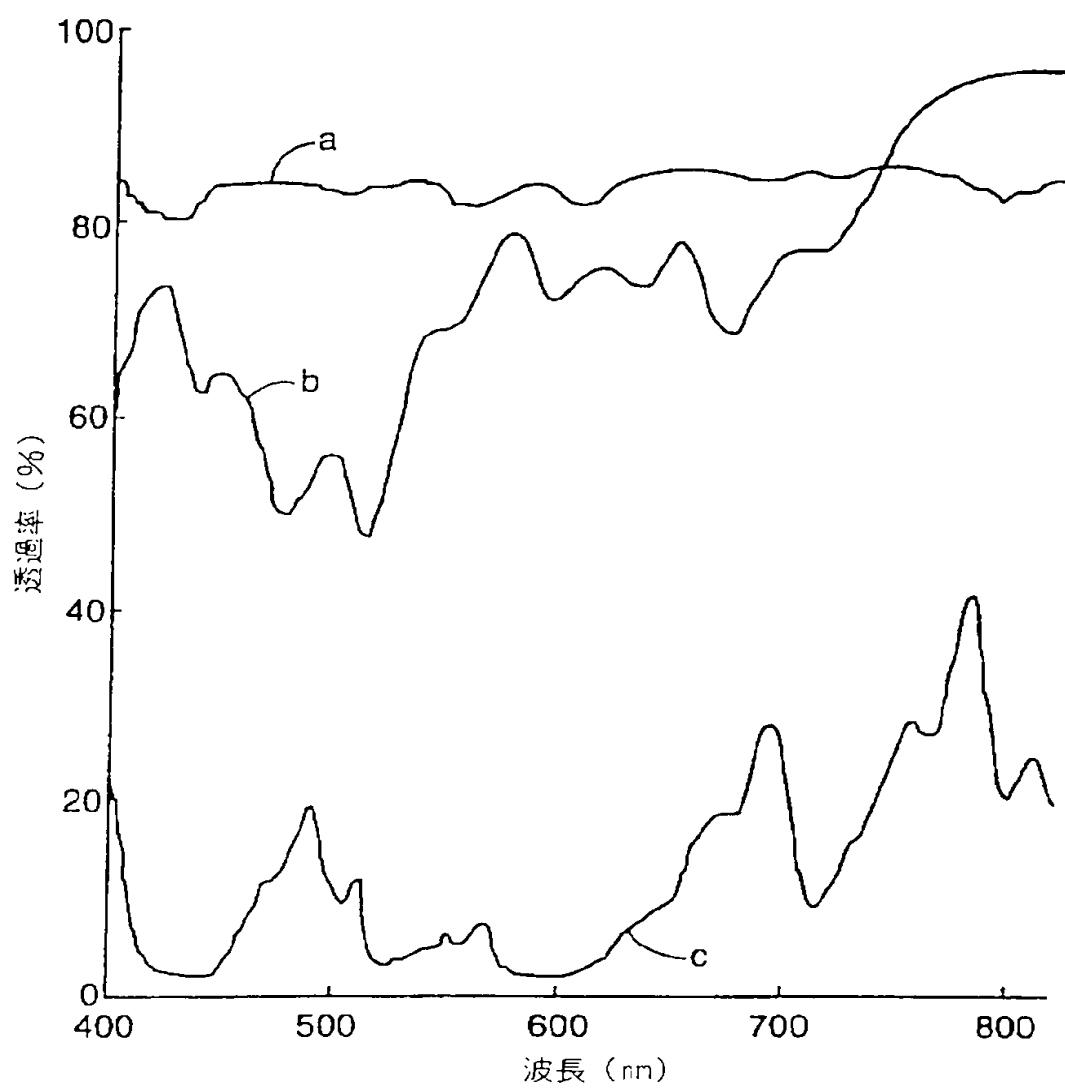
【図23】

**Fig. 23**

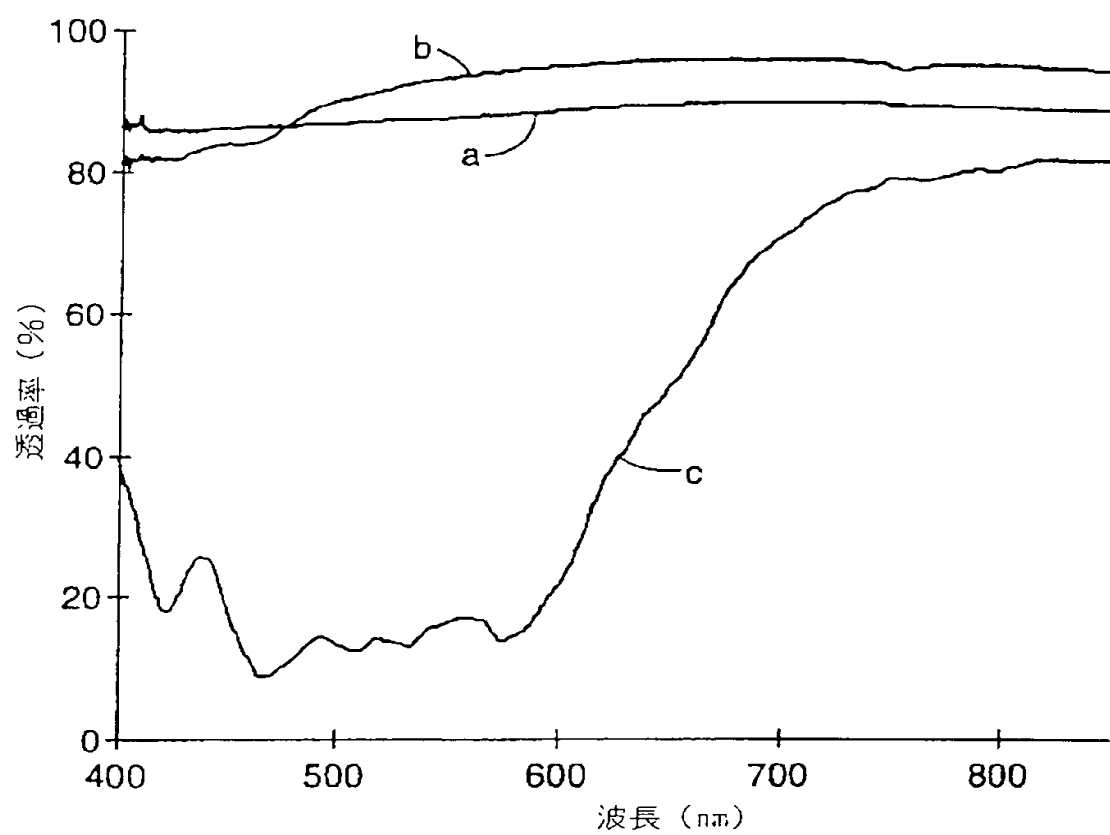
【図24】

**Fig. 24**

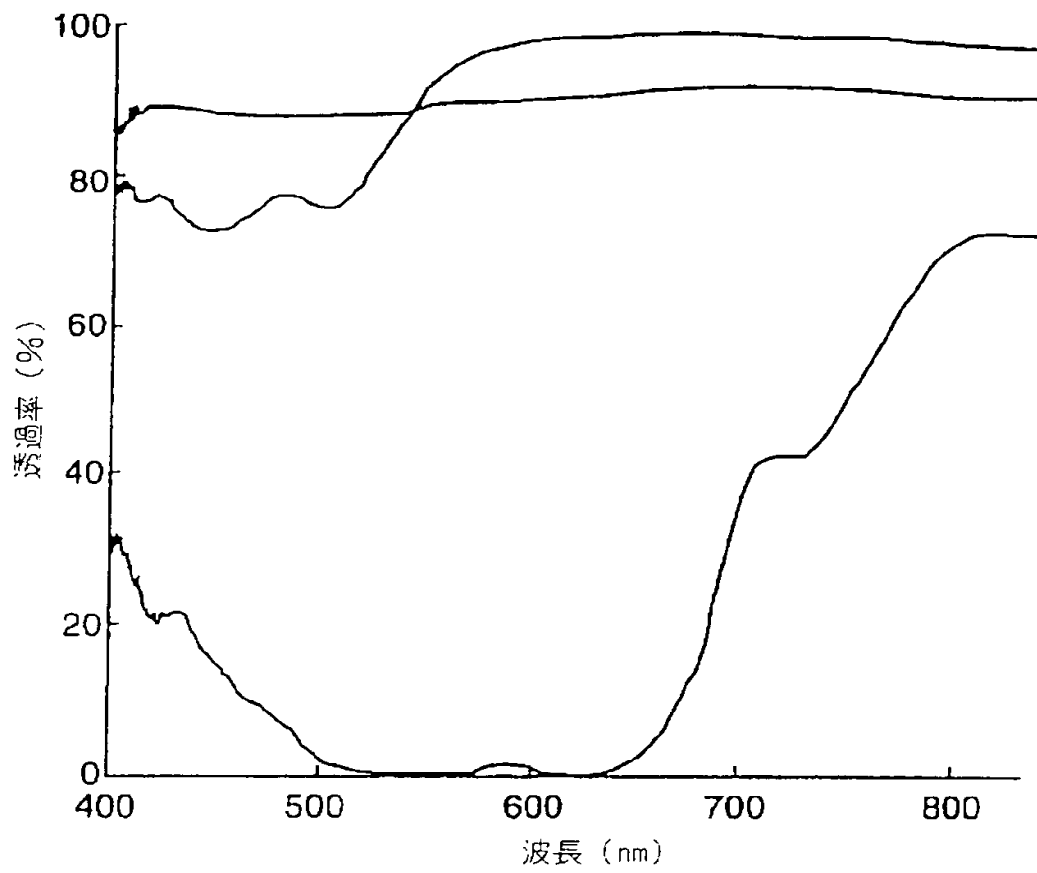
【図25】

**Fig. 25**

【図26】

**Fig. 26**

【図27】

**Fig. 27**

【手続補正書】特許法第184条の8

【提出日】1995年12月11日

【補正内容】

### 明細書

#### 差し換えられた原文明細書第2頁

図18～23は、反射鏡の実施例に示された多層反射鏡の光学的性能を示す。

図24～28は、偏光装置の実施例に示された多層偏光装置の光学的性能を示す。

#### 詳細な説明

図1は、2種の一次的成分を有する光学偏光装置10を示す。これらの成分は、二色性偏光子11と反射性偏光子12である。これら2種の偏光子は、最大透過率を示すように配置されている。この2種の偏光子の組み合わせは、この光学偏光装置の反射性偏光子サイドからの第1偏光の光に対して高い透過性を示し、第1偏光に対し直角をなす第2偏光の光に対して高い反射性を示し、また、前記二色性偏光子サイドからの第1偏光の光に対し高い透過性を示し、かつ第1偏光に対して直角をなす第2偏光の光に対して高い吸収性を示す。

使用する際、この組み合わされた偏光子は、対向する外側表面の1方又は両方において照明される。光線13は、反射性偏光子12により選択的に反射され、光線14を形成する偏光である。光線13の反射性偏光子12により伝播された光は、光線15を形成し、これは二色性偏光子11により、減衰せしめられる。光線13に対して直角に偏光された光線16は、反射性偏光子12により選択的に伝播され、かつそれは、二色性偏光子11によりわずかに減衰せしめられる。光線17は、二色性偏光子11により選択的に吸収される偏光であり、かつそれは

光線13と同一偏光からなることが好ましい。光線17の二色性偏光子により伝播された光部分は、反射性偏光子12による反射によりさらに減衰して光線18を形成し、これは二色性偏光子11によりさらに吸収される、光線19は光線17に対し直角に偏光されたものであり、これは光線16と同一の偏光であり、二色性偏光子11および反射性偏光子12の両方のそれぞれにより選択的に伝播される。

二色性偏光子11は、一般に反射性偏光子12に近く配置される。好ましくは、こ

これらの偏光子は互に結合され、図2に示されているように、偏光子の間の空気間隙が除去される。

#### 差し換えられた原文明細書第4頁

これらのタイプの偏光子は、また、シートの局部域からの光の漏れ、使用波長域にわたる高吸収偏光の不完全反射性などのような若干の欠点を有する傾向がある。このような光の漏れおよび不完全反射は、しばしば真珠光と称される。

#### 発明の開示

反射性偏光子と、二色性偏光子とが組み合わされて、改良された光学偏光装置を構成する。この二色性偏光子および反射性偏光子は、一般に、互に近接して配置されているものであり、かつ、好ましくは、これら偏光子の間の空気間隙を除くように、一体に結着されている。これら2つの偏光子の組み合わせは、この光学偏光装置の反射性偏光子サイドからの第1偏光された光の透光率を高くし、また第1偏光に対して直角をなす第2偏光された光の反射率を高くするものであり、かつ、二色性偏光子サイドからの第1偏光された光の透過率を高くし、また、第1偏光に対して直角をなす第2偏光された光の吸収率を高くするものである。二色性偏光子サイドからの透過光においてみられ、かつ反射において認められるような真珠光もまた、反射性偏光子のみのときに比べて減少する。この真珠光の減少は、光学的表示の美粧的外観、光学偏光装置の吸光比および表示の光学的均一性を改良するために有用である。

本光学偏光装置の増大した吸光比および低反射率は、所定の吸光比を要求する用途において、低吸光比二色性偏光子を使用することを可能にする。二色性偏光子に要求される吸光比を低くすることにより、透過光線の二色性偏光子における吸収損失を減少させることができる。従って、本光学偏光装置は、本光学偏光装置のいずれの

サイドから入って光線に対しても、改良された透過吸光比と、二色性偏光子により部分的に透過され、反射性偏光子により反射される光線に対する低い反射強度、および二色性偏光子のみの場合に比べて、低い吸収損失を有する。



## 請求の範囲

1. 第1偏光を有する光(16, 19)を透過し、第1偏光に対して直角をなす偏光を有する光(13, 17)を反射する反射性偏光子シート(12);および

前記反射性偏光子シート(12)により透過された光(16, 19)を透過するように位置し、かつ第1偏光に直角をなす偏光を有する光(15, 17, 18)を吸収するように配置されている二色性偏光子、を含む光学偏光装置。

2. 前記反射性偏光子(12)が第1透光軸を有し、また前記二色性偏光子(11)が第2透光軸を有し、さらに前記第1透光軸が前記第2透光軸と平行である、請求の範囲第1項に記載の光学偏光装置。

3. 前記二色性偏光子(11)が前記反射性偏光子(12)の少なくとも一方のサイドにおいて反射防止をなすように位置している、請求の範囲第1項に記載の光学偏光装置。

4. 前記反射性偏光子(12)が少なくとも2種の材料の多層積層体を含み、その少なくとも1層が複屈折性である、請求の範囲第1項に記載の光学偏光装置。

5. 前記二色性偏光子(11)が前記多層積層体中の層の少なくとも一つに合体している、請求の範囲第4項に記載の光学偏光装置。

6. 前記材料の少なくとも1つがポリマーからなる、請求の範囲第4項に記載の光学偏光装置。

7. 前記複屈折性ポリマー材料がポリ(エチレンナフタレート)である、請求の範囲第6項に記載の光学偏光装置。

8. 前記多層積層体が、交互に積層された2種のポリマー材料層を含む、請求の範囲第5項に記載の光学偏光装置。

9. 前記2種のポリマー材料が第1偏光の光(16, 19)に対して屈折率差を有しておらず、また、それが前記第1偏光に直角をなす偏光を有する光(13, 17)に対して屈折率差を有する、請求の範囲第8項に記載の光学偏光装置。

10. 前記多層積層体が、交互に積層されたポリ(エチレンナフタレート)およびナフタレンジカルボン酸ポリエステルの共重合体の層を含む、請求の範囲第9項に記載の光学偏光装置。

11. 前記二色性偏光子(11)が、前記反射性偏光子(12)に結着されている、請求の範囲第1項に記載の光学偏光装置。

12. 請求の範囲第1～11項のいずれか1項に記載の光学偏光装置(10)と、この光学偏光装置(10)の表面に対向している少なくとも1方の外側を照明するように配置された光源とを含む表示装置。

【國際調查報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/US 94/14324A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G02B5/30 G02F1/1335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G02B G02F

Documentation searched (other than minimum documentation) to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP,A,4 184 429 (SEIKO EPSON) 1 July 1992	1,2,12, 16,18
A	see abstract; figure 4 ---	4,8,14
X	JP,A,4 141 603 (SEIKO EPSON) 15 May 1992	1,2,12, 16,18
A	see abstract; figure 5 ---	4,6,8,14
X	DE,A,41 21 861 (HITACHI) 16 January 1992 see page 3, line 60 - line 68 see page 4 - page 6 see figure 9 --- -/-	1,2,11, 12,16,18

☒ Further documents are listed in the continuation of text C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 April 1995

Date of mailing of the international search report

21.04.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 1 Patentaan 2  
NL-2200 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 140-2040, Tx. 31 651 report,  
Fax (+31-70) 340-1066

Authorized officer

Ward, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/US 94/14324

## Continuation: DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	WO,A,94 11776 (HONEYWELL) 26 May 1994 see page 29, line 20 - line 35 see page 30 - page 32 see figures 10-12 ----	1-3, 12, 13, 16-18
A	EP,A,0 573 905 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING) 15 December 1993 see the whole document ----	1, 12, 16
A	EP,A,0 488 544 (DOW CHEMICAL) 3 June 1992 see the whole document ----	1, 4, 6-10, 12, 14, 16
A	US,A,3 610 729 (ROGERS) 5 October 1971 see the whole document -----	1, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 16

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 94/14324

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP-A-4184429	01-07-92	NONE	
JP-A-4141603	15-05-92	NONE	
DE-A-4121861	16-01-92	JP-A- 4278903	05-10-92
		KR-B- 9408668	24-09-94
		US-A- 5157526	20-10-92
		JP-A- 4212104	03-08-92
WO-A-9411776	26-05-94	NONE	
EP-A-0573905	15-12-93	JP-A- 6051399	25-02-94
EP-A-0488544	03-06-92	CA-A- 2056153	27-05-92
US-A-3610729	05-10-71	NONE	

## フロントページの続き

- (72)発明者 ウェバー、マイケル エフ.  
アメリカ合衆国、ミネソタ 55133-3427,  
セント ポール、ポスト オフィス ボッ  
クス 33427 (番地なし)
- (72)発明者 ジョンザ、ジェームス エム.  
アメリカ合衆国、ミネソタ 55133-3427,  
セント ポール、ポスト オフィス ボッ  
クス 33427 (番地なし)
- (72)発明者 ストバー、カール エー.  
アメリカ合衆国、ミネソタ 55133-3427,  
セント ポール、ポスト オフィス ボッ  
クス 33427 (番地なし)